المركز القومى للترجمة

بيتر وستبروك

الأرض !

من القلق العالمى إلى الأمل الكوكبى

ترجمة

حافظ شمس الدين عبد الوهاب

2791

هذا الكتاب هو صورة لكوكبنا ومن يقطن عليه، أنت وأنا. وهو يعكس جهودًا جماعية استمرت لقرون. وبصعوبة شديدة لم نكتبه من شيء سوى الحقيقة. وتكوُّن هذه الصورة تطلَّب المثابرة والفطنة على أعلى المستويات الممكنة. ومع ذلك فالصورة باهتة وغير مكتملة، ولم أستطع أن أقدم أكثر من لمحة عن ما هو موجود فى الواقع. ولكن هذا التخطيط التمهيدى غير الواضح يكفى لفهم العمق الذى لا يمكن قياسه عن جذورنا وعظمتنا أيضًا. وهناك شعور عام بالقلق ينتشر حول موضوعات متعلقة بالأرض. فنحن نميل للشعور بضآلتنا عندما تتملكنا هذه المشاكل. ومانحتاج إليه فى مثل هذه اللحظات هو البصيرة والتجرد، والشجاعة. ومن الحكمة أن نحمل صورتنا دائمًا فى خلفية عقولنا، حتى تكون هناك عندما نحتاج إليها، وحينئذ ستكون مصدرًا للعزاء وبمثابة بوصلة لتوجيهنا ومرشدًا يعتمد عليه للطريق السليم. والمفتاح لهذا الكتاب هو قصة إدجار ألان بو"السقوط فى الدوامة"؛ فهى تجهزنا للقصة الأعظم لكوكبنا وتساعدنا على تقدير موقفنا.

تصميم الغلاف : جاسر ممدوح

الأرض

من القلق العالمى إلى الأمل الكوكبى

المركز القومى للترجمة
تأسس فى أكتوبر ٢٠٠٦ تحت إشراف: جابر عصفور
مدير المركز: أنور مغيث

- العدد: 2791
- الأرض: من القلق العالمى إلى الأمل الكوكبى
- بيتر وستبروك
- حافظ شمس الدين عبد الوهاب
- الطبعة الأولى 2016

هذه ترجمة كتاب:
Terre: Des menaces globales à l'espoir planétaire
Par: Peter Westbroek

شارع الجبلاية بالأوبرا- الجزيرة- القاهرة. ت: ٢٧٣٥٤٥٢٤ فاكس: ٢٧٣٥٤٥٥٤
El Gabalaya St. Opera House, El Gezira, Cairo.
E-mail: nctegypt@nctegypt.org Tel: 27354524 Fax: 27354554

الأرض

من القلق العالمى إلى الأمل الكوكبى

تــــــألــيـــف : بيتــــــــر وســــــــــتبروك

ترجمـــــــــــــة: حافظ شمس الدين عبد الوهـــاب



2016

بطاقة الفهرسة
إعداد الهيئة العامة لدار الكتب والوثائق القومية
إدارة الشئون الفنية

وستبروك، بيتر
الأرض: من القلق العالمى إلى الأمل الكوكبى / تأليف: بيتر وستبروك، ترجمة: حافظ شمس الدين عبد الوهاب.
ط ١ - القاهرة: المركز القومى للترجمة، ٢٠١٦
٢٩٢ ص، ٢٤ سم
١ - الأرض
(أ) عبد الوهاب، حافظ شمس الدين (مترجم)
(ب) العنوان ٥٥٠

رقم الإيداع ٢١٨٦٥ / ٢٠١٥
الترقيم الدولى: I.S.B.N - 978-977- 92 - 0429- 1
طبع بالهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية

المحتويات

مقدمة

عزيزى القارئ

هذا الكتاب هو صورة لكوكبنا ولمن يقطن على سطحه، أنت وأنا. وهو يعكس جهودًا جماعية استمرت لقرون. وبصعوبة شديدة لم نكتبه سوى بالاستناد إلى الحقيقة. وتشكيل هذه الصورة تطلَّب المثابرة والفطنة عند أعلى المستويات الممكنة. ومع ذلك فالصورة شاحبة وغير مكتملة، ولم أستطع أن أقدم أكثر من لمحة عما هو موجود فى الواقع. ولكن هذا التخطيط التمهيدى غير الواضح يكفى لفهم العمق الذى لايمكن قياسه عن جذورنا وعظمتنا أيضا. ويسود شعور عام بالقلق حول موضوعات متعلقة بالأرض؛ فنحن نميل للشعور بضآلتنا عندما تتملكنا هذه المشاكل. وما نحتاج إليه فى مثل هذه اللحظات هو توافر البصيرة والتجرد، والشجاعة. ومن الحكمة أن نستبقى صورتنا دائمًا فى خلفية عقولنا، حتى تكون هناك عندما نحتاج إليها، وحينئذ ستكون مصدرًا للعزاء بوصلة لتوجيهنا ومرشدًا يُعتمد عليه وصولاً للطريق السليم. والمفتاح لهذا الكتاب هو قصة إدجار آلان بو "السقوط فى الدوامة"؛ فهى تجهزنا لاستيعاب القصة العظمى لكوكبنا وتساعدنا على تقدير موقفنا. وفى نهاية الكتاب ستجدون الأصل، والآن أعطى لكم مخططًا تمهيديا قصيرًا.

مرة أخرى، التيارات الناشئة عن المد تحول البحر، بين جزر لوفودن بالقرب من الساحل النرويجى، إلى دوامة شنيعة، وأى شىء يأتى أمام هذا الوحش ينحرف لامحالة تجاه قاع البحر الصخرى فى الأسفل. وعندما تهدأ المياه، يتوقف عندها المد ليلقى بالبقايا المتكسرة. والفترات الخاملة قصيرة تكفى الصيادين الذين يتمتعون

بالجرأة لدخول منطقة الخطر لملء سفنهم بالصيد الوفير، ثم يلتمسون طريقهم للمياه الآمنة. والمخاطرة كبيرة، لكن الجزاء بالغ السخاء. ثلاثة صيادين إخوة لم يستطيعوا مقاومة الإغراء؛ ففي سفينتهم يغامرون بأنفسهم فى المياه الغادرة، وفجأة يصيدهم أسوأ إعصار فى التاريخ، وعلى الفور يتهاوى الصارى إلى جانب السفينة آخذًا معه أخى الأصغر الذى ربط نفسه به، والرجلان الآخران ألقيا بنفسيهما على السطح، أحدهما تشبث بمسمار حلقة الجرس والآخر تمسك ببرميل ماء فارغ كبير مثبت بأمان بالسفينة. وتم سحبهما بلا رحمة، بينما يلفهما الخوف إلى دوامة شرهة. وتبدأ السفينة فى السير فى خط لولبى مشؤوم إلى الأغوار، ثم تدور وتدور بشكل رأسى تقريبًا على الحائط المنزلق للمياه.

ويدرك الشقيقان أن هذا قدرهما، ولكن كيف كان رد الفعل؟ الواقع أن رد الفعل كان مختلفًا، فالأخ الأكبر يستسلم، وفى رعب محزن يترك قبضته ويتحرك إلى حلقة الجرس دافعًا أخاه بعيدًا، وهو ما اضطره لربط نفسه بالبرميل، وفى أثناء ذلك أغلق الأخ الأكبر عينيه انتظارًا لنهايته. كان الصياد الأصغر يتملكه عناد واضح ومميز، فهو يتفحص المحيط حوله بقوة عالية، ويلاحظ الأشياء العديدة فى المياه حول السفينة. وكان يتعجب أن بعض الأشياء قد تم تدميرها تمامًا، فى حين لم تتأثر الأشياء الأخرى كثيرًا. وتعلم بعد ذلك أن الأشياء الكبيرة تهبط لأسفل على نحو أسرع من الأصغر، وأن الأشكال الطويلة الأسطوانية يتأخر هبوطها. وهنا فَهِم وأدرك مخرجًا صغيرًا وفرصة للبقاء. وحاول تحذير أخيه، ولكن هذا المسكين لم يستطع الاستجابة، ولم يدع ذلك مجالاً للصياد الصغير، سوى فرصته الوحيدة، فيلتصق بالبرميل ويقطع الحبل ويرمى نفسه معه فى المياه العاصفة، ومن تحته يمكن رؤية السفينة وأخيه المحبوب وهما يغوصان إلى الأعماق، مدعومًا بالبرميل فى الأرجحة والدوران فى الدوامة حتى يهدأ الإعصار وتهدأ المياه، ويتمكن الصياد من انتهاز الفرصة والهرب من خلال طاقة صغيرة.

عنوان الكتاب الذى بين يديك هو " الأرض"، وهـو يـذكِّرنى بالراحـة التـى وجدها الصياد عندما اقترب من رقعة أرض آمنة، وهو ما شعر به رواد الفضاء الذين رأوا كوكبنا الملون من الفضاء العميق للمرة الأولى فى التاريخ. كما أنـه يعطـى الأمـل للبشرية، على نحو ما قد تأتى به الرؤية الطويلة لكوكبنا.

الفصل الأول

القلق العالمى وراحة الرؤية بعيدة المدى

"لابد لنا من الإبحار فى محيط اللايقين خلال جزر المعرفة"

إدجار مورين

سبعة دروس معقدة، اليونسكو ١٩٩٩

توجيه

حدث ذلك ذات صباح باكر منذ أشهر قليلة مضت، فقد استيقظت وتقلبت فى الفراش فى محاولة لزيادة الفترة المريحة بين النوم واليقظة، وفجأة دارت الغرفة بى ودخلت فى دوار، لم يكن لدى أدنى فكرة عن مكان وجودى، وكانت هذه الحركة الصغيرة التى دارت فى رأسى كافية لزيادة معاناتى، ولكن ولحسن الحظ وجدت الطبيب بجانب فراشى، وقلبنى بعناية على بطنى، بحيث أصبحت معدتى لأسفل ورأسى فوق حافة الفراش، وببطء ولطف حرك الطبيب رأسى تجاه اليسار واليمين ثم إلى أسفل. وكان علىّ أن أجلس فجأة... ولدهشتى الشديدة أعطانى الطبيب هذا العلاج البسيط الذى سبب لى راحة كالمعجزة. وبدأت أرى المكان حولى وكأن شيئا لم يكن، واختفى الدوار، وأصبح فى إمكانى الوقوف والسير.

وقد فسر الطبيب لى سبب ما عانيته، الذى كان مرجعه اضطرابًا مؤقتًا فى عضو الاتزان، ففى الظروف العادية قد تهبط بعض الأجزاء المعدنية الحبيبية إلى أسفل فى

داخل الأنابيب المقوسة الموجودة خلف الأذن، حيث يحدث هناك انضغاط شعيرات ميكروسكوبية من شأنها تنشيط الجهاز العصبى، وتوجيه المخ لما هو موجود أعلى وما هو أسفل. وفى حالتى أنا، سقطت بعض هذه الحبيبات المعدنية فى الأنبوب الخطأ، ومن خلال هز رأسى بترتيب معين مناسب، عادت الأمور إلى وضعها الطبيعى الصحيح. وكان هذا الدوار انعكاسا للنظام بأكمله، كذلك كان تحذيرًا بأن شيئا ما قد حدث بطريق الخطأ.

فعندما نخطط لرفع ذراعنا أو أى جزء من جسمنا، نقوم أولاً باستعراض عقلى عن المكان الذى سيكون فيه هذا الجزء، وعندما يصبح هذا التخمين خطأ، يحدث الدوار وما له من رد فعل، وكل الأعراض مثل دوار البحر ودوار السيارة ودوار الفضاء، كلها جميعا تنشأ من هذا المبدأ نفسه.

وقد دفعنى هذا الحدث البسيط إلى قناعة تامة بأهمية التوجيه المناسب فى حياتنا الحالية، فالعالم من حولنا يتغير، وهذا يحتم علينا تحديد المسار الصحيح بصفة مستمرة، وحتى لو كان الكثير من النشاط يأتى دون وعى، فهو لا يزال يشغل بالنا طوال الوقت، كذلك فإن أى اضطراب فى التوازن قد يشتتنا تمامًا. وعملية التوجيه تحدث تلقائيا وعلى عدة مستويات. وما أصابنى شخصيا من دوار كان سببه التوجيه المفاجئ فى الموضع غير المناسب.

وإذا كانت ساعتنا البيولوجية غير متناغمة مع البيئة، فسوف نعانى من اختلاف التوقيت، وعلى غرار ذلك، فإذا لم يكن هناك توافق بين توقعاتنا فى الحياة مع الواقع، فستكون تلك تجربة عظيمة الاضطراب. ولاستعادة التوجيه المناسب عقب هذا الاضطراب أو مثله، فلابد من الإفادة من كل المصادر المتاحة ومن الخبرات السابقة ومن المشاعر والتراث الثقافى والأيديولوجيات والمعتقدات الدينية... وعندما يؤثر هذا النوع من التوجيه على عدد كبير من الناس، وبشكل فورى، فقد يؤدى ذلك

إلى انطلاقهم فى غمار ذعر جماعى، وفى هذه الحالة قد تزدهر العقائد الأصولية وتنتشر الأيديولوجيات العنيفة. وهناك أمثلة نراها حولنا، فعندما كنت طفلا عاصرت الحرب التى أدت الخسارة فيها إلى أزمة اقتصادية، فأدى ذلك إلى تحول أحد أكثر الشعوب حضارة فى العالم، إلى الانغماس الجماعى فى طماه.

القلق العالمى

اليوم يدخل العالم بأكمله فى مرحلة من التغيير غير الموجه، فهناك وعد أبدى بحدوث شيء جديد رائع، فكل شيء أصبح متعلقًا بكل شيء، وتقلص كوكب الأرض ليصبح قرية صغيرة، ويكفى الضغط على بعض الأزرار لنذهب إلى عالم افتراضى من الترابط والرؤى والكوابيس. ولسوء الحظ اختفى الكثير من أنماط اللهو القديم أيضا. وكان فى الماضى، ولايزال، الإمكان بالحلم بأراضٍ مجهولة وأُناس بعيدين وراء الأفق، ومعها ثروات لا تنضب. وفى هذه الأحوال كان يمكننا بالفضول التعرف على الثقافات الغامضة ونظم الحياة العجيبة. ولكن الحال الآن قد اختلف، وتحولت فيه الاختلافات الثقافية ذاتها إلى صراعات خطيرة، وتوغلت بوحشية حتى إلى داخل غرف المعيشة الدافئة. ويبدو لكثير من الناس أن الإنسانية قد أصبحت وباء، لا تستطيع عمل شيء سوى نهب ثروات كوكب الأرض. وعلى الصعيد العالمى، تهاوت المؤسسات المالية العاملة عقب أن تبددت مدخرات وممتلكات ملايين البشر، وقد طالبت قوى عالمية جديدة ظهرت على سطح الأحداث بنصيبها من الثروات الطبيعية من مواد خام وطاقة وموارد طبيعية أخرى. وأصبحت الصواريخ المرعبة وآلة الحرب الرهيبة تلوح بخطر حرب عالمية أكيدة. وخلال الحرب الباردة بين القوتين العظميين، كان التهديد فادحًا بالهلاك بواسطة أسلحة الدمار الشامل والأسلحة النووية وغيرها. والآن وعلى النقيض من فترة الحرب الباردة، يصعب تخيل

الوضع السياسى. وفى الوقت نفسه، نجد كوكب الأرض منزلقا تجاه كارثة بيئية وتغير جوهرىّ كبير فى نظامه المناخى. وعلى امتداد عقود طويلة حذر العلماء المتخصصون من حدوث كوارث مصيرية آتية، لكن قادة العالم تجاهلوا هذه الكوارث المحتملة وتداعياتها.

إن مشكلة التغيرات المناخية تخيم على الفكر العالمى واهتماماته، فلم يعد فى الإمكان تجاهل مثل هذه التهديدات ذات البعد العالمى. إذ إنه من المنتظر أن يصل إلينا عن طريق وسائل الإعلام تقارير مخيفة حول التغير فى المناخ العالمى. وكوكب الأرض يقف على حافة خطر مفاجئ، فى الوقت نفسه لا يوجد شىء مؤكد على سطح الأرض، ينقذها من الطوفان البيئى الناجم عن التغير الخطير فى المناخ. وهذا الكلام ليس ناتجا عن أقوال المحاربين البيئيين، لكنه يعبر عن دراسات لمجموعة بارزة من العلماء المتخصصين، ممن ينشرون بحوثهم فى مجلات علمية موثوق فى دقتها (الإندبندنت ١٩/ ٦/ ٢٠٠٧).

وفى كتاب "ثأر جايا" لعالم الجيوفسيولوجيا البريطانى جيمس لفلوك، يحذر هذا العالم الذى طرح فى السابق رؤية من أن البشر يخوضون حاليا حالة حرب مع كوكبنا الذى نشأنا فيه، بينما الكوكب يعدل نفسه بنفسه. وليس الإنسان فقط هو الذى سيدمر نفسه والأرض، لكن معظم المعالجات البديلة التى وضعت أو التى تم تبنيها بالفعل، قد أسيئ توجيهها، وعلينا أن نفعل شيئًا حاسمًا لتأمين مستقبل الإنسانية. أما جايا أو الأرض التى تعيش وتنظم نفسها وتعدلها، فسوف تراعى ذلك كالمعهود. ومن الغرور أن نفكر فى غير ذلك. ويؤمن لفلوك بأن الكارثة التى ستحل على الأرض ستكون فى خلال عدة عقود. ولا يوجد أى مجال للتنمية المستدامة، ويقصد بها التكيف التدريجى الذى يحفظ البنية الاجتماعية متماسكة. أما المشكلات القادمة فستكون مذهلة، لتنوعها الكبير وتعقّدها وثقلها، فهى مرتبطة ومجدولة فى النسيج الاجتماعى

والسياسى والاقتصادى للإنسانية من جانب، وعلى الجانب الآخر تهتم بالبنية الفيزيقية للأرض. وهناك تعقيد آخر لما يحدث وهو أن هذين العاملين متشابكان، ولا يمكن فهم أحدهما بمعزل عن الآخر.

ومن المحتمل أن يكون النشاط البشرى سببا رئيسيا فى التغير المناخى، وهو ما يؤثر بدوره وبشدة فى العلاقات الإنسانية. ولأول مرة فى تاريخ البشرية نواجه مشاكل على مستوى العالم، من شأنها التأثير الفورى القوى فى كل شىء على سطح هذا الكوكب. ويجب أن ننوه إلى أن كل هذه الروابط لايمكن قياسها، حتى إن الكارثة قد تحل بصورة مباغتة، وإن لم يبد السبب الحقيقى لحدوثها معروفا.

ويبدو أن كل شىء بما فى ذلك الكوكب بأكمله قد أصبح فى حالة تحلل، وفى حقيقة الأمر فإن أيا منا ليست له السيطرة على كوكبنا، إذ إننا نفتقد الرؤية الشاملة المتكاملة لما يجرى على سطح الكوكب بصورة حقيقية.

وحكام العالم غير المناسبين لمواقعهم يقدمون مبادراتهم، التى يتضح بمرور الوقت أنها دفعت الأمور إلى الأسوأ مهما فعلوا، فهل هناك قوى شريرة تعمل على ذلك، وهل يجب أن نعانى بسبب خطايانا؟ وهل تم اجتذابنا فى دوامة إلى طريق الفناء؟

ويعتقد الكثيرون بأنه حتى لو كانت هذه التنبؤات المخيفة الخاصة بالمناخ وشيكة الحدوث غير صحيحة، فالكارثة آتية لامحالة، الآن أو لاحقا. ويجادل الجيولوجى سالمون كرونبيرج قائلاً: "إن تغير الكرة الأرضية هو شىء طبيعى فى تاريخ الأرض، إلا أن اعتمادنا بصفة كلية يتوقف على الاستقرار الجغرافى والمناخى للبنية الاجتماعية الخاصة بنا، فنحن غير قادرين على الاستجابة بمرونة لأى تغير رئيسى، وإننى لا أعطى مثل هذه الصورة المظلمة لحالة الأرض دون أسباب، وقد يكون ما أقوله خاطئا فى عدة نقاط، ولكن ما يتم الرهان عليه هنا، هو أن ما يذكره الإعلام يوما بعد يوم، وحتى إن لم تفتح علينا أبواب جهنم بنيرانها، فهذا الوابل غير

المفسر من القذائف، إضافة إلى التوقعات المحبطة، له أثر توجيهى خطير، لذلك فهناك قلق عالمى حاد، لكنه غير محدد. وفى هذا الإطار استخدم كلمة عالمى بمعنيين: إنها لا تشير فقط للقلق الذى يشعر به الناس تجاه الأمور العالمية، ولكن أيضًا للتعبير عن الحد العالمى للقلق نفسه، وقد يتحدث المرء عن الذعر البطىء المزمن والخارج عن السيطرة بين قطاعات كبيرة من السكان. وهذا الوباء موجود فى داخلنا ويشكل الخطر الأكبر، إنها تظهر فعلا وجهنا القبيح متمثلاً فى نوبات من عدم التسامح والأصولية والقومية والتمييز العنصرى وإرهاب الأجانب، وبدلاً من التصرف بمسؤولية وتوافق، يميل الناس للجوء إلى اتجاهات معاكسة تمامًا.

وكنصيحة لقادة العالم، فإن الجهود الدولية للمجتمع العلمى ستكون ذات فائدة إذا ما نفذت تحت الاسم الحقيقى "التغير العالمى". وهذا الفرع من العلوم يتجاوز عمره العشرين عاما، واشتغل به عشرات الألوف من العلماء، وعشرون عاما ليست فترة طويلة ليستطيع المرء من خلالها فهم نظام معقد مثل الأرض. ولكن حتى لو لم يلّب التغير العالمى متطلبات السياسيين، فيجب ألا ننسى أن علماء هذا المجال قد جمعوا ثروة هائلة من المعلومات عن كوكب الأرض. إذ إننا أصبحنا على علم بأشياء مهمة مثل تيارات الغلاف الجوى والمحيطات وتأثير الحياة على المعدلات الجوية لثانى أكسيد الكربون، وعلى الدورات الخاصة بالعناصر الكيميائية وعلى مناخ العالم، وكذلك انتظام الحرارة والإشعاعات الشمسية والتنوع البيولوجى، وأثر الإنسان فى علم البيئة وتوزيع الطاقة والغذاء والآثار البيئية المترتبة على التحول الحضرى. كل هذه العمليات تمت محاكاتها ونمذجتها على الحاسوب. وهى التى تقدم التنبؤات للساسة. والتغير العالمى مشروع عملاق يكلف بلايين الدولارات. وإنها لمحاولة شجاعة أن نتغلب على جهلنا ونجذب العلماء بعيدًا عن برجهم العاجى، ومع ذلك ومهما كان سحر هذه البحوث وأهميتها، فإنها لا تقلل من القلق العالمى بل تزيده

وتكثفه. وكل ما يتضح للجماهير العادية وعلى أكبر مستوى، هو الوضع غير المستقر والمستقبل المفتوح الذى لايمكن التنبؤ به، وكذلك ضعف الإنسان.

ونريد أن نوضح منذ البداية أن هذا الكتاب ليس تحليلا آخر لنتائج بحوث عن التغير العالمى، وما نناقشه هو أن هذا البرنامج غير كامل ما دام يتجاهل وباء القلق العالمى، ويبدو أن ما نحتاجه ليس فقط تحليلا عادلا على أساس علمى لوصفنا، ولكن نحتاج أيضًا لبعض التوجيه والضوء الداخلى، واتجاه أساسى للوضوح وطرح التساؤلات والاستقلالية. وهذا الكتاب يهدف إلى الإسهام فى هذا التوجيه الجديد، فهذا الاتجاه يسمح لنا بقمع الرعب فينا وحسن استخدام بحوث التغير العالمى. ونحن لا يتعين علينا الإيمان بالحوارى القديس بولس حتى نوافق على ما يقول كما جاء فى كورنى ١٣ "وإذا كانتِ لدىّ قدرات الأنبياء والفهم لكل هذا الغموض والمعرفة، وإذا كان لدىّ كل هذا الإيمان حتى أمحو الجبال ولم أمتلك الحب، فأنا لا شيء".

ولندع لعلماء الدين ما فهمه القديس بولس بالحب، وأنا شخصيا أشك فى وجود علاقة بما نسميه الضوء الداخلى، ولكى نظل فى هذا الجو الإنجيلى، فإننى أضيف أن هذا الضوء هو هبة قد يحظى بها المرء إذا ما فتح عقله لها.

الضوء الداخلى

السؤال هو: لأى شيء يجب على المرء أن يفتح عقله ليحظى بالضوء الداخلى للتوجيه؟ هناك الكثير من الاختيارات، فالأديان حول العالم ستشير إلى الوحى الإلهى، والحركات التأملية ستبحث فى الروح والنفس والسلام الداخلى، وهكذا. والكل بطبيعة الحال مدعو للتمسك بمعتقداته، ولن أشكك أبدا فى الإيمان العميق لأى شخص. إلا أننى وبكل تواضع أقترح المحاولة والبحث عن التوجيه فى الواقع،

وقد يعارض المرء بأن الواقع تافه وكريه، ولايمكن أخذه كمنارة يعتمد عليها في دراسة هذا الاضطراب والتشويش للتغير العالمي، وقد يكون ذلك صحيحا، ولكنني أبادر لأضيف بأنني لا أعني حقيقة مباشرة الواقع يوما بيوم. ما أتكلم عنه هو الرؤية بعيدة المدى (البعدية).

هذا بالضبط ما فعله الصياد في قصة "بو" التي أشرت إليها في افتتاحية هذا الكتاب، فعلى النقيض من أخيه الأكبر، لم يزحف على أرض القارب، ولا دخل في صلوات أو غاص في أعماق نفسه، ولكنه أخذ الرؤية البعدية ونسي نفسه، وبدون أي اهتمام بسلامته، تأمل المياه الهائجة العاصفة من حوله، وكأنه على مسافة منها، وهذه هي الطريقة التي اكتسب بها التوجيه والضوء الداخلي وصفاء العقل الذي فتح الطريق أمامه للخلاص، وكان سره هو عمل تحول في طريقة تفكيره من الاحتواء عبر التجرد إلى الفهم والتصرف العملي.

ويشير نوربرت إلياس، أحد مؤسسي علم الاجتماع الحديث لهذه القصة المشهورة في كتابه "التضمين والتجرد" الذي صدر عام ١٩٨٣، فبالنسبة له، إن هذين المبدأين يشيران للعلاقة بين الناس وبيئتهم، فهم يكونون مشاركين عندما يؤثر فيهم أسر المخاوف، فيصبحون غير قادرين على التصرف بنحو هادف، وبالتالي يسلكون المنهج المحيط بهم. ويصبحون غير موجهين ويهربون إلى المشاعر ويطلقون العنان لتخيلاتهم. وهذا الاتجاه يجعلهم أكثر ضعفًا. أما التجرد فيرتبط بعكس هذا الموقف، حيث يفتح الناس عقولهم للواقع، حتى يكتسبوا فهمًا يتيح لهم تغيير هذا الموقف المتحدي إلى صالحهم. وهذا التجرد يستدعي قمع الخوف واكتساب التوجيه والعقل المتزن. ولايوجد أدنى شك في أن الأخ الأكبر قد فقد حياته لكونه ضحية لهذا التضمين الكلي، في حين أن بطل الرواية استطاع إنقاذ نفسه من خلال اكتسابه حالة جلية من التجرد. وقد يعتقد المرء أنه كان يضيع الوقت القصير الباقي له في لعبة غير

مهمة- نوع من البحث الموضوعى غير المهم- ولكن فى حقيقة الأمر إن هذه اللعبة تحولت إلى شيء أساسى فى بقائه، فقد احتاج لمراقبة حركات الدوامة عن بعد وبتجرد قبل أن يستطيع اكتشاف الفرصة الضئيلة لنجاته ويستغلها.

التحول للتوجيه

هذا التحول الذى فعله الصياد- بطلنا- يرتبط بجوهر مناقشاتى، وأرى أن "بو" قد صاغ مبدأ بسيطًا يفوق مغامرة الصياد فى الأهمية، لكنه لم يلق بالا ولا لفت انتباهـا. وفى إشارته الملحوظة إلى علوم أرشميدس (فى المقالات العلمية لهذا العصر، وحاليا قلما يرجع للوراء لأكثر من عقدين) يحدد فيها قيمة التجرد العلمى فى تعاملنا مع العالم. وإذا اتفقنا على أننا نقترب من دوامة من التغير العلمى، فالذى يجب علينا فعله هو تجنيب أنفسنا الانشغال والتضمين العقلى ونسيان القلق، وتقصى هذا الكوكب المتغير بشكل عادى من بعيد. فنحن ننظر طويلا للأرض، ونعجب بتاريخها الكبير، ونفهم دورنا المتواضع فى هذه الدراما التى تلفنا، وهذا ما أنوى فعله فى هذا الكتاب.

وهذا الاتجاه غير المباشر يخالف الموجود فى عقول الحكومات والقادة منذ البداية. وقد زاد الوعى العام بالمشاكل التى تهدد العالم فى بداية الثمانينيات، وعقب ذلك تمامًا، تم إطلاق برامج بحثية على مستوى العالم حول التغير العالمى لمساعدة الحكومات على وضع سياساتها.

ولم تكن البحوث المتعلقة بالتغير العالمى خالصة ومستقلة، ولكن السياسة كانت تهيمن عليها. وطلب من مجتمع العلماء أن يقدموا تنبؤات حول التنمية خلال القرن القادم. وهذا المشروع الضخم لا يزال قائمًا، إلا أنه، وكما قلت، فعلى الرغم من الفهم الجديد والمادة العلمية الكبيرة المتاحة، فإن النتيجة الرئيسية لهذه البحوث على

المستوى العام كانت زيادة الانشغال والتضمين والقلق. والتغير العالمى فى حد ذاته هو إنتاج مضاد، وهذا البرنامج سيكون مثمرا إذا تم تغذيته بحالة الارتياح التى تأتى بها النظرة البعدية. وهذا المنهج التجردى طويل المدى لم يلق سوى اهتمام بسيط، ولكن هناك معجزة توجد تحت السطح، ومن الصعب أن تراها عندما تكون جزءا منها؛ وقد تقرأ عنها أحيانا فى الصحف، ولكن تلك المعلومات التى تأتى عنها تكون مجزأة على نحو يصعب على المرء الإمساك بجوهر الموضوع. ووسائل الإعلام تؤكد عادة ظاهرة الأشياء، حيث يتم إلقاء الضوء على التطورات الجاذبة والتفاصيل الجيدة والمعجزة الحقيقية التى تكمن فى الداخل.

البحث العلمى الذى يقف وراء التغير العالمى هو أبعد ما يكون عن التراجع والانحسار، بل إنه فى حالة نمو. ويدرس عدد كبير من العلماء الشبان من مختلف التخصصات التعاون فى مشروعات ذات مضامين غير مسبوقة، وكلها يطلق عليها "علم نظام الأرض". والدوافع المهمة وراء هذه الحركة هى أبحاث الفضاء وعلم الفلك الحيوى ودراسة الحياة خارج كوكب الأرض. ويمثل ظهور علم نظام الأرض تغيرًا طبيعيا على مدى فترة طويلة من قدراتنا الإدراكية، فى حين أن التغير العالمى مازال ينظر إلى الأرض ومشاكلها من الداخل. وينهج علم نظام الأرض منهجا مغايرا، وهو وجهة النظر الفلكية، وعلى الرغم من المطامح العظيمة للتغير العالمى، فإن بحوثه قد تضاءلت أمام علم نظام الأرض. وإذا كان التغير العالمى يجد من نفسه بالعمل فى إطار قرن، فإن علم نظام الأرض يضع فى الاعتبار ٤٥ مليون قرن من وجود كوكبنا.

والبعد المؤقت عن المشاكل المتعاظمة حولنا، يجعلنا على دراية بالمكانة النادرة لكوكبنا فى النظام الشمسى، وفك طلاسم هذا التاريخ الدرامى الطويل الرائع الذى نشأنا خلاله، وكذلك بحث وضعنا نحن البشر فى هذا المنظور الكوكبى العظيم. ذلك

هو محتوى هذا الكتاب. وعندما تصل إلى نهايته، فقد تتفق أن رحلتنا تقدم توجيهًا جديدًا، ومنظورًا من شأنه مساعدتنا لمواجهة المشاكل الملحة المقبلة.

العلم والأسطورة

لفهم ما هو على المحك بشكل سليم، يتعين عليّ أن أشير للسبب الذى يجعل العلوم البحتة والأصولية مثل علم نظام الأرض ذات قدرات نادرة، من شأنها حفظ التوجيه فى الحياة. وقد تعلمت ذلك من الفيلسوف الفرنسى "إدجار مورين" الذى كرس حياته لدراسة ما نسميه "التعقيد" وهو يدعم الفكرة بأن الإنسان يفكر بطريقتين مختلفتين: الطريقة الأولى غير موضوعية ومؤثرة، وهى ترتكز على الأطوار الشخصية والهدف من الأشياء، ومن نحن؟ ومن أين أتينا؟ وما يجب علينا فعله، وكلها تدور حول الخير والشر، والجمال والقبح وألوان حياتنا. ويسمى مورين ذلك باسم "الفكر الأسطورى" فى مقابل "الفكر التجريبى العقلانى" الذى يهتم بالحقيقة الموضوعية، وما يتم هنا ليس ما نريده أو نفكر فيه أو نشعر به، ولكن كيف يعمل العالم الحقيقى.

ويلاحظ أن مفهوم مورين لكلمة "أسطورة" غير عادى إلى حد ما فقد نكون قد اعتدنا على الاعتقاد بأن الخرافة ليست سوى وهم خاطئ يحتاج للتصويب، لكن بالنسبة لمورين، فإن الفكر الخرافى لا غنى عنه من أجل بقائنا. فالمعلومات الموضوعية التى اكتسبناها من خلال الفكر العقلانى التجريبى ليس لها معنى فى حد ذاتها بالنسبة لنا. ولعمل رابط بين الموضوع والأنا والعالم الحقيقى، فنحن نحتاج إلى ترجمة المعلومات إلى أسطورة، وفقط وفى هذه الصورة، تكتسب المعلومة معنى، وهكذا يمكن استخدامها بشكل هادف. والتركيز على أشياء مثل الفنون والدين والرياضة والطهى، فكلها تندرج تحت عنوان الأسطورة، أما العلم فيجذب الفكر العقلانى.

لكن مورين يجادل بأن عالمى الفكر دائما يرتبطان بحميمية. وفى واقع الأمر، فإن العلاقة بينهما معقدة، بمعنى أنهما متضادان ويكمل بعضهما بعضًا فى الوقت نفسه. ولكى تصبح طاهيا ماهرًا، فأنت تحتاج الاثنين معًا، طعمًا رائعًا ومعرفة كبيرة بالمقادير، ونفس الشيء ينطبق على العلم. فالعلم فى جوهره مجموعة من الخدع التى يمكنك بها أن تغرى الواقع للبوح ببعض أسراره. ولسوء الحظ فإن الواقع متمرد، ولا يبوح بأسراره بسهولة، وهذا ما يجعل البحث العلمى غالبا مهنة قاسية ومعذبة، ولكن لننظر إلى المكافأة، فأنت تحارب مشكلة فى سنوات، وفجأة تجد الحل، ويُحل اللغز، وترى صورة أبعد ما تكون عن أحلامك. ويُفتح عالم جديد من الاحتمالات، والأفضل من ذلك كله، أنك تدرك فجأة أن حيل العلم قد أفلحت. ومنذ برهة كان الواقع لايزال غامضًا ومتمردًا، والآن هو صديقك ويتكلم لغتك وأصبحت ملكًا له، وتمكّنت من إغوائه، إنها لحظة مشاعر ودفء. وهذه هى الطريقة التى يعمل بها العلم والأسطورة يدًا بيد.

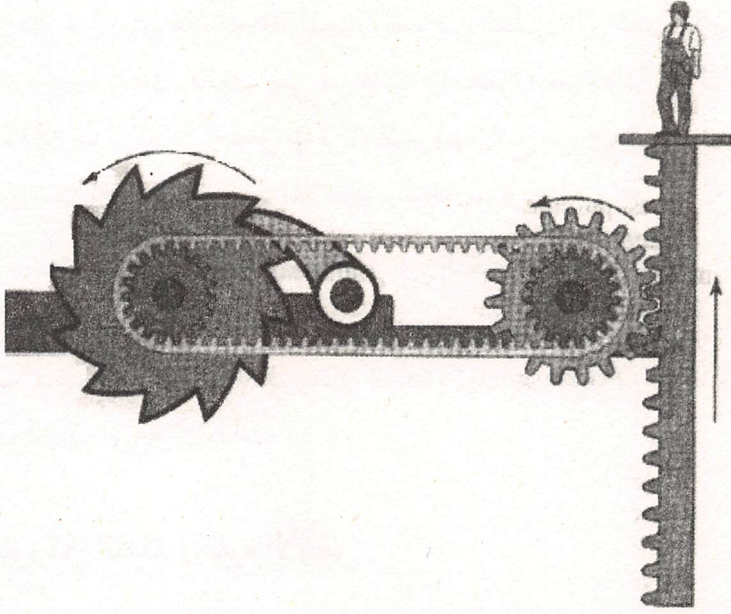
وهناك فقط قليل من الناس الذين لديهم الاستعداد للصبر على المشاكل المملة للبحوث التفصيلية، لكن على الجانب الآخر هناك مكافأة سهلة المنال ومفتوحة للجميع. والقصص الكونية التى يسترجعها العلماء من الواقع تجمع فى رؤية سحرية سردًا إجماليًا غامرًا إلى الحد الذى لا يستطيع أحد تخيله. ونحن نسمع عن نشأة الكون وتطوره، وتاريخ النظام الشمسى والأرض ونشأة الحياة وتاريخ البشرية وتعقيدات الخلية الحية وغموض عالم الكيمياء والفيزياء، كل هذا يبدو غريبا للفرد غير المدرب. ولكن من يجد الفرصة للغوص فى أعماق هذه العوالم، ينس المشاكل اليومية، ويجد مستوى جديدا من التوجيه: من نحن؟ ومن أين أتينا؟ وأين نذهب؟ وماذا يجب أن نفعل؟ هذه الأسئلة الأسطورية القديمة هى كل المحاور التى يدور العلم حولها.

وقد تكون وجهة نظر مورين مدهشة بالنسبة لهؤلاء الذين يؤمنون بأن كل هذه العلوم هى كشف الغموض، وأنا أتبع مورين برغم ذلك بكل سرور، ذلك لأن فكرته

بأن الأسطورة والعلم متصلان بحميمية، تلخص كل خبراتي وتتوافق مع الفكر الحالي في الأوساط العلمية. والعلم يكشف الغموض بدون شك، لكنه يقوم بذلك مستهدفا إزاحة الستار عن أكبر قدر من الموارد الأسطورية غير المطروقة.

ومصدر آخر للتشويش، قد يكمن في أن منهجيتها تجعل العلم يبدو باردًا، وغير ذي مذاق في عيون الآخرين. لكن هناك سببًا وجيهًا لذلك، فإذا أردت أن تقيم علاقة مع الواقع، فأول شيء تفعله هو أن تغلق فمك، ويجب أن تكبح مشاعرك وحكايتك بكل الطرق، فهي مجرد إزعاج. وقصة الواقع في حد ذاتها تكون دائما أفضل مما قد تقول، ولذلك فإن المطبوعات العلمية تعطي انطباعا جافا. ويعمل محررو الجرائد العلمية بأقلام حمراء، ومن واقع كل التقارير البحثية التي يتلقونها، يستبعدون أي شيء قد يحيد عن الواقع، وعندما يتكلم أحد العلماء كثيرًا عن نفسه، يلقون المقال على الفور في سلة المهملات، وقد تبدو غير ذي بال وباردة بالنسبة لمن لا يعملون بها، لكنها في الواقع ليست كذلك، فهي في حقيقتها قيمة ومجددة للهواء في رئة الفكر، وهذا ينعكس على تعميق المضمون. وإن ما أحبه في العلم هو قيمة التواضع فيه (وأذكركم بأن العلماء هم من أبعد الفئات عن التواضع). والعلم لم يسبق له أن أعلن عن حقائق مطلقة. والعلم دائما مستعد لوضع حكمته لاختبار الواقع اللاذع، والحقيقة أن العلم يمكنه التقدم من خلال تقويض نفسه، ولا يوجد أي مجد لعالم شاب سوى أن يثبت أن أساتذته كانوا على خطأ، والعلم منفتح لأي إنسان، لذلك فهو كوني عالمي أكثر من انتمائه إلى ديانة أو أيديولوجية، كما أنه حي يتطور وينمو وليس دوجماتيا. وفي كل يوم نكتشف أن ما نعلمه قليل جدا. ويظل فيلسوفنا الفرنسي إدجار مورين مرددا قوله بأننا ما زلنا نعيش في العصر الحديدي، حيث الاهتمام بالعلم. وأسوأ ما يمكن أن يحدث هو عندما يحاول الناس، بدون احترام للواقع، استخدام العلم لأهدافهم التافهة أو هجر العلم نهائيا لأسباب واهية لا قيمة لها. وفي القرن

الماضى كان هتلر وستالين أبرز الأمثلة لهذا النوع الاحتيالى. ومرة أخرى، وليست المرة الأخيرة، من فضلكم احذروا فإن أعداءنا ما زالوا فى الجـوار ويتخـذون كـل أشـكال التنكر، وبدون الالتفات لعالم الواقع ومعايشته، إلا أنهم يقدمون فكرهم الخاص بهم، ويرغبون أن يؤمن الآخرون بأن العلم فى جانبهم أو أن العلم مجرد حقيبـة مـن الآراء الخاصة ولـيس بأفـضل مـن آرائهـم. وهـم يـدعون بـأن الواقـع هـو مـسألة ترجـع للديمقراطية، وهو نتيجة تصويت بالرأى، متناسين أن العلـم لـيس ديمقراطيـا عـلى الإطلاق، لأن كل شىء يخضع لتلـك الـسلطة الفرديـة وهـى عـالم الواقـع. والعلـم ديمقراطى فى معناه العميق، وهو مـا يريـد أن يخفيـه هـؤلاء، وهـو مـرتبط بحقـوق الإنسان الأصولية. وهو دائما يعترف بتميز أى شخص أو مجموعة ليعضد وجهة نظر منحرفة، حتى إذا كانت تتعارض مع رأى الأغلبية أو تتصارع مع مصالح السلطات. وهذه هى الكيفية التى يجتذب بها العلم مواهب الجميع وبإصرار.



شكل ١-١

هذه العجلة المسننة (السقاطة) يمكنها أن تدور إلى اليسار فقط، وغالبا يتم استخدامها أداة فى صناعة الساعات ورافعة وفى الأجراس والقطارات الميكانيكية التى تستخدم كلعب. وفى هذا الكتاب استخدمت هذه الكلمة كاستعارة لتجسيد معنى النظم المعقدة التى تستعرض التطور التراكمى غير القابل للسير فى عكس الاتجاه. أمثلة أخرى غير تاريخ العلوم، مثل تطور الكائنات الحية الفردية ونشوء النظم البيولوجية وتاريخ الأرض والبشرية والكون بأكمله.

إن أفضل الطرق للوقوف أمام الاعتقاد العام بأن المعرفة العلمية لا تتفوق على أى رأى آخر، هو الإدراك والوعى بأن العلم يحتوى على عجلة مسننة كما فى الشكل (١-١)، وهذه العجلة المسننة تجدها فى الرافعة أو الساعة ويمكنها الدوران فى اتجاه واحد فقط وليس العكس. ولأن هذا الدوران غير ممكن له السير فى عكس الاتجاه، فالنظم على غرار مثل هذه العجلة المسننة، تعرض التطور التراكمى للتغير خطوة بخطوة. ونتيجة لذلك، فالعلم يبنى من ذاكرة واسعة، والعلماء دائما يقفون على أكتاف العمالقة (كما تقول كلمات إسحق نيوتن)، فمعرفتهم تنبع من جهاز مستمر فى النمو من بصيرة سابقة تم اكتسابها من الملاحظة والتجارب فى عالم الواقع.

وخلال هذا الكتاب سنواجه العديد من النظم المعقدة التى تعرض تطورا على غرار العجلة المسننة (السقاطة)، ليس سوى نوع من الاستعارة الميكانيكية. والنظم الحقيقية تفتقد للمعلومات، وتطورها فى العادة يكون غير متوقع، وهى لا تعود أبدا إلى نقطة الصفر من حيث بدأت.

الأسطورة فى الفلك وعلوم الأرض

لايوجد شىء جديد أو غير عادى فى اعتقادى بأن العلم والأسطورة يسيران معًا جنبا إلى جنب ويدًا بيد. وأفضل توضيح لذلك، قد يكون من خلال علم الفلك، وبالمعنى الحرفى، فإن المسافرين والبحارة يستخدمون المجموعة النجمية لتوجيههم. ولاشك أن المشهد الغامر للكون يؤثر بعمق فى رؤيتنا العالمية منذ وقت بعيد غير معلوم. وكم ستكون نظرتنا محدودة إذا عاشت البشرية تحت غطاء دائم من السحب. والخيال القديم يفوق كثيرًا فى أبعاده وتخيلاته علم الفلك الحديث، ونحن ندرس إنجازًا عظيمًا منذ نحو ١٣,٧ بليون سنة مضت يختص بالكون المتحور، وميلاد جسيمات أولية واندماجها وتطور النجوم والثقوب السوداء، وأصل الكواكب وتعاظم التعقيدات وتجمعات المواد المعتمة وتراكمها، وأيضا الطاقة.

ولا شك أن التطور يعمل على المستوى الكونى، وهو تراكم كلى وبه الكثير من التعقيدات، كذلك أنماط من التنظيم على أكبر مستوى، وكل ذلك التطور يحدث كجزء من المجموعة العظيمة على أعلى المستويات.

ويوضح الفلك أن هذا الانفجار العظيم هو أصلنا المطلق، فقد خلقنا من تراب النجوم، وتتماثل الأشياء التى تحتوى فى جوهرها الكون كله. وهذه هى الكيفية التى يربط بها العلم العالم الموضوعى فى الخارج مع الشىء الموجود فى داخلنا. كذلك كيفية دور العلم كآلة للأساطير لسد جوعنا المستمر للتوجيه.

وكلما تقدم علم الفلك زادنا دراية بعجائب عالم الفضاء الخارجى، ويؤدى ذلك إلى ازدياد وعينا بعظمتنا وشعورنا بأن الكون فى بيتنا. وهناك علوم أخرى يجب عليها الإثبات العملى لاستخدامها ودورها فى تقدم التكنولوجيا البشرية. ويبدو أن الفلكيين قد تم إعفاؤهم من مثل هذه الاهتمامات التى تبدو غير ذى أهمية بالنسبة لهم. وهم يعتمدون كثيرًا على الإمدادات المالية لقدراتهم الفائقة على خلق الأساطير.

وفور دخولنا إلى ديارنا على كوكبنا، ودخولنا إلى العالم المادى من الصخور والمياه والهواء والحياة، يأتى الجانب التطبيقى للعلوم بشكل لايمكن إغفاله، ويلعب علماء الجيولوجيا وعلماء الأرض الآخرون دورا حاسما فى اكتشاف الوقود الحيوى واستغلاله، وكذلك الموارد المعدنية واحتياطى المياه والهندسة وإدارة الظواهر الطبيعية وتحسين التربة، وكذلك التنبؤ بالمناخ والطقس. ويجب ألا تندهش إذا علمت أن تمويل مثل هذا الفرع من العلوم يتصل بقوة باحتياطات العالم الاقتصادية، مثال ذلك صناعة البترول التى تقدم استثمارات ضخمة لدراسة احتمالية الطبقات تحت السطحية للقارات والمحيطات باستخدام تقانات جيوفيزيائية فائقة الدقة والتعقيد فى أغراض الحفر والتنقيب.

ولولا هذا الدعم المالى الكبير لظل علم الجيولوجيا مكانًا للعب الهواة. وقد تكون علوم التكنولوجيا وتطبيقاتها وحدها من أقوى الأساطير التى يمكن للعلم أن

يقدمها فى الوقت الحاضر. ومن المهم أن نفهم كيف نشأت الأرض، ولكن أن نستخدم هذه المعلومة فى تقوية الشبكات الكهربائية وفى السيارات، فهذا جزء آخر من الكعكة، فنحن نعتمد كليةً على العلم لدعم حياتنا اليومية، ونحن نعلم ذلك، ولايوجد طريق آخر أفضل من ذلك للتدليل على القوة الواقعية لفعل العلم فى المجتمع.

وهذا الاهتمام المُلح بالاستخدامات النافعة للعلم، دفع إلى ذاكرتنا الوعد الأسطورى بعلوم أساسية أكثر. وحيث إن الفلكيين مازالوا يستطيعون الاعتماد على الاهتمام الصريح والأشياء المبهرة، فالمطلوب من علماء الأرض، مرة وأخرى، أن يجددوا المطامح الاقتصادية التى تأتى من جهودهم العلمية.

لكننا فى أيامنا الحالية، يوجد قلق عالمى متزايد، نتيجة الآثار المدمرة التى نشأت من تدخل الإنسان فى البيئة. وأصبحت تداعيات وتتابعات ذلك شديدة الوضوح. وأصبحنا ندرك أهمية الحاجة الجديدة للتوجيه والتعطش العميق للإعجاب بعمق جذورنا على هذا الكوكب. وعلم نظام الأرض هو ثمرة هذه الحاجة إلى أن نكون متجردين فى الأمور التى تخص الكرة الأرضية.

هذا الكتاب

لوضع تطورات حديثة لعلم نظام الأرض فى شكل منظورى تركز الفصول القليلة الأولى على التطورات الباكرة. وتأتى الصور الأولى للأرض التى التقطت من الفضاء الخارجى البعيد فى الستينيات من القرن العشرين على قدر كبير من الأهمية. وفى الفصل الثانى، أقول إننى أناقش أن صور نشوء الأرض فوق سطح القمر، قد أثار رؤية عالمية جديدة، وهى إشارة فلكية لتوجيهها، وكان من شأنها وضع ديناميكا الكوكب كلها فى قلب الأجندة العلمية، ولأول مرة أصبحنا على دراية كاملة بأن هناك

حدودا لاستغلال البيئة الطبيعية. وهذا الحدث كان علامة على بداية التغير العلمي، وكذلك القلق العالمي الذى أدى إلى ظهور علم نظام الأرض؛ وهو دراسة للأرض كنظام ديناميكي مزدوج محكم.

ويلخص الفصل الثالث فى أمثلة قليلة تغير وجهات النظر واختلافها حول الأرض قبل ظهور الرؤية العالمية الجديدة، وهذا يتيح لى الفرصة لوصف بعض التغيرات الجذرية فى الاستيعاب، التى نشأت من الرؤية العالمية الجديدة، التى كانت سببا فى فهمنا الحالى، وذلك فى الفصل الرابع. وأصبحت الجيولوجيا وعلم نظام الأرض جزءًا من علم الفلك.

ثم أطرح بعض الأمثلة المختارة لأدعم النظرة المتعمقة للأرض فى الفترة الحالية. ويسرد الفصل الخامس قصة الحجر الجيرى، ففى شكله السائل، يتم جرفه من القارات إلى المحيطات، لكن مياه البحر وحدها لاتستطيع التخلص من هذا العبء التراكمى، لذلك فإن الجانب الحيوى، هو المسؤول عن تحرير المحيط من جزء كبير من الحجر الجيرى الزائد. ولكن فى الزمن السحيق، كان الحجر الجيرى يستطيع أن يتراكم ويتكثف بحرية، مهددا بسد كل الأنسجة الحية الموجودة فى الطبقات المعدنية السطحية.

أما الفصلان السادس والسابع، فيدوران حول تطور الغلاف الجوى وكونه خاليًا من مركبات الأكسجين فى بدايات تاريخ الأرض، وحتى فى حالته الحالية التى تزيد فيها نسبة الأكسجين عن ٢٠٪.

ولعدة بلايين من السنين، كانت الحياة على مشارف كارثة كاملة؛ لأن الأكسجين لم يكن فقط ذا أهمية حيوية لإدارة شؤون الطاقة للمحيط الحيوى، بل كان سُما قاتلا يأتى بالموت والمرض.

وفى كلا المثالين؛ الأكسجين والحجر الجيرى، نشهد على مر بلايين السنين، ظهور آليات منظمة قوية تغمر العالم، وما زالت تحافظ على صلاحية الكوكب

للسكن، والصورة الاستعارية التى تقفز للذهن هى لكوكب قادر على التعلم من خبراته. وهذا يؤدى إلى الفصل الثامن، واستعادة بعض المعانى الأسطورية الخاصة بعلم نظام الأرض. وسنكشف أنه فى حين أن العلم قد يبدو مركزا بشكل أساسى على العالم الواقعى خارجنا، فإنه يختص بنا فى الوقت نفسه، وكل هذا يعد مقدمة للفصل التاسع الذى يهتم بالظهور الثقافى للبشرية وتطوره. وأخيرًا يتفحص الفصل العاشر الخطوط الرئيسية لنظرية مستقبلية للأرض متبنيا نظرية جديدة للحياة موجودة بالفعل كنقطة انطلاق. ونظرية الأرض هذه قد ترفع من مستوى تفهمنا لكوكبنا إلى مستوى جديد من التعقيد. ولكن ماذا ستقول هذه النظرية عن موقفنا نحن؟ وعند هذه النقطة من الكتاب، يتعين الإعلان عن الراحة والتجرد التى أتت بهما الرؤية البعدية لعلم نظام الأرض.

الفصل الثانى

مولد رؤية عالمية جديدة

١ - رؤيتان للأرض

منذ فترة صحبنى حفيدى إلى متحف وكالة الفضاء الأوروبيـة القريـب، وقـد أثار إعجابنا المشاهد المقربة للكواكب وأقمارها، وقمنا بمحاكاة رحلة خيالية فى سفينة فضاء مشابهة للسفينة الحقيقية. وأخيرا وقفنا أمام نسخة رسوم متحركة لرحلـة تنتـين للقمر، من المجلة الكاريكاتورية البلجيكية لهيرجى. وقد استخدم الفيلم الرسوم التى قام بها هيرجى عام ١٩٥٤ وكانت كلها رسومًا مألوفة عدا شيئًا واحـدًا كـان مختلفًـا. فقد استبدل المنتجون بالرسوم الأصلية للأرض صورة فوتوغرافية قام بالتقاطها رواد السفينة أبوللو ٨ من الفضاء الحقيقى. وكان هذا التعديل مغايرا للواقع، ولكن بـدون شك فإن المنتجين كانت لديهم أسباب منطقية لمصادرة الشكل الأصلى. وعند عـودتى للمنزل عدت إلى الكارتون القديم، ولدهشتى اكتشفت أن الأرض بالنسبة لهيرجـى هى عالم يشبه هذا النموذج الذى اعتاد جدى أن يضعه على مكتبه. ولكنك تستطيع أن تدرك بدقة القارات والمحيطات عليه، فهى خطوط سوداء تفـصل الأرض والبحـار، بلا غلاف جوى، ولا سحب، ولا أغطية قطبية ولا خضرة.

وعند مقارنتى بتتابع العوالم فى الكارتون، بُهرت بمدى الحرص الذى عمل بـه هيرجى لإخراج العمل على هذا النحو فيمكنك أن ترى الأرض وهى تدور فى إطـار

دورتها، ففور الهبوط على القمر، يظهر المحيط الباسفيكى. وعندما يحلق الصاروخ مرة أخرى ترى أمريكا اللاتينية والأطلنطى، وعند منتصف رحلة العودة ترى آسيا والمحيط الهندى. ومن المدهش أن وضع الأرض فى السماء لا يتغير طوال فترة وجود رواد الفضاء على سطح القمر، ولابد من أن هيرجى قد أدرك أن ذلك نتيجة للحقيقة بأننا على الأرض لا نرى سوى جانب واحد فقط من القمر. والحق أن أشكال هيرجى صحيحة كلية فنحن نرى وديانا وأنهارا وكهوفا من الرواسب الكلسية برغم أنه لا توجد أى مياه سائلة على القمر. وكذلك فإن الشمس نفسها تضىء الأرض والقمر، ولكن من زوايا مختلفة. وبعيدًا عن مثل هذه التفاصيل فإننى أرى كيف أن هيرجى قد بذل أقصى ما يستطيع ليعطينا صورة دقيقة عن الأرض من الفضاء الخارجى. وكل ما استطاع أن يجىء به هو عالم من طراز قديم (موضة قديمة). وكانت تلك الصورة لكوكبنا هى كل ما نختزنه فى عقولنا منذ عام ١٩٥٤.

العوالم

يجب ألا ننسى أن تلك العوالم كانت روائع من الإبداع والمثابرة، ومثل كل قاطنى الأرض الآخرين فإن الجغرافيين فى الزمن الماضى كانوا يرون جزءًا صغيرًا جدا من الكوكب، فلم تكن لديهم أدوات لتحديد الاتجاهات سوى النجوم والبوصلة. وكان عليهم أن يرسموا خريطة لسطح الأرض، جزءًا بجزء، حتى ولو عرض ذلك حياتهم للخطر. ومن خلال تجميع وتركيب كل هذه الأجزاء استطاعوا أن يبتكروا تلك الرؤية العظيمة الفريدة من نوعها، واستغرق هذا العمل قرونا. وتم عمل نماذج العوالم الأولى ومحاكاتها فى هيئة عاديات أثرية. وبعد ذلك نقل العرب تلك المهارة إلى غرب أوروبا. ولكن كانت ذروة إنتاج نماذج العوالم فى فترة الرحلات الاستكشافية العظيمة (والغنائم) وذلك من القرن الخامس عشر إلى القرن السابع عشر، وكان هذا الإنتاج بمثابة مشاريع مثيرة، ونصرًا للعلوم والجهود المبذولة، وهو ما يساوى ويقارن

بالسفر للفضاء فى الآونة الحالية. ولكن هناك ما هو أكثر من العلوم والجهود وحدها التى قدمت من أجل دراسة العوالم واستكشافها، فالرحلات التى تتسم بالمغامرات التى قام بها الجغرافيون، والمهنة الصعبة التى قام بها رسامو الخرائط لم تكن كافية للتوصل لنتيجة تأتى بمشروع بمثل هذا المفهوم العظيم، فهذا العمل قد جاء بدافع الحاجة المجتمعية العريضة، خاصة فى الأيام الأولى، حين كانت نماذج العوالم أدوات مهمة للتجار والفاتحين والاستراتيجيين العسكريين، فقد أظهروا عالـمًا واسعًا يقف صامدًا أمام التأثير المسيحى والحضارى بأوروبا. وأظهرت تلك الألوان للعوالم السياسية كيف قامت القوى العظمى بتقسيم الكوكب فيما بينها.

وفى القرون اللاحقة فقدت نماذج العوالم بعضًا من فوائدها العملية، فبالنسبة للمسافرين والملاحين، أصبحت هذه العوالم ضخمة جدا، إلى الحد الذى تقلصت فيه لتصبح بمنزلة الرموز التى تزين الدراسات والمكتبات ليتم تطبيقها فقط للأغراض التعليمية، ومع ذلك فهناك بعض الاستثناءات، فقد كانت العوالم من الأهمية للمستكشفين من أمثال فون هامبولدت، فى حين استخدمها الجيولوجى الفرنسى الحالم إيلى دى بومونت (١٧٩٨ - ١٨٧٤) فى محاولاته الخاصة بالتكوينات العالمية. ولكن بالنسبة للآخرين، أصبحت كالأيقونات التى يعلوها التراب لرؤية عالمية، ورمزًا لكوكب يمكن التحكم فيه. وهذه قد تكون الكيفية التى رأى بها هيرجى الأرض عام ١٩٥٤: جسد بلاروح: تتكون من الصخر والمياه، والدواب التى انتشرت على السطح بمحض الصدفة. والجزء المضىء من البشرية عمل على تحويل هذا المجال إلى جنة قائمة بذاتها وما بها من الثقافة والعلوم والتكنولوجيا.

صورة بتسعة عشر سنتا

فى حقيقة الأمر، كان السفر للفضاء نتاجًا لهذه الرؤية العالمية. وتم استكمال عمل خرائط للأرض. أبقت تلك المنافسة بين النظامين السياسيين السائدين على البشرية فى قبضتها التى تشل الحركة، ومن خلال التصدير والرحلات الاستكشافية فى الفضاء، دبت الروح الجديدة فى كل من الحرب الباردة والثقة العامة.

فكل من دولة الاتحاد السوفييتى والولايات المتحدة استقلتا بتطوير التكنولوجيا اللازمة لتصدير قوتها السائدة إلى الفضاء؛ ونظرًا لتوافر الموارد المالية كان يتم إطلاق الصواريخ بشكل دائم، ففى البداية كان السوفييت يقودون السباق، ولكن فى عام ١٩٦١ كان يورى جاجارين أول من عاد من رحلته حول الأرض بنجاح، وتراجعت الولايات المتحدة بعيدًا. رجل على القمر، إنه لدرس للشيوعيين. وفى فبراير ١٩٦٦ أرسل السوفييت لونا ٨ إلى سطح القمر، ولكنها كانت كبسولة بدون بشر، وفى عام ١٩٦٨ قام رواد الفضاء فرانك بورمان وجيم لوفل وبيل أندرز بالدوران بسفينتهم أبوللو ٨ حول القمر. وكان بورمان القائد ولوفل الطيار وأندرز الذى كان مرتادًا جديدا للفضاء؛ وفنيا ومصورًا. واستمرت الرحلة كلها من ٢١ إلى ٢٧ ديسمبر. وفى عيد الميلاد ٢٤ ديسمبر قاموا بالدوران عشر مرات حول القمر قبل العودة للأرض، وبعد المدار الثالث عاودوا الظهور من وراء القمر وعاينوا مشهدا من شأنه تغيير رؤيتنا العالمية للأبد؛ ولأنهم كانوا قد عملوا بعض التعديلات للتو، ونظروا فى اتجاه آخر يختلف عن المدارات السابقة، وحينها فقط شاهدوا الأرض وسطح القمر معًا. وكان بورمان أول من شاهد ذلك، وتعجب قائلاً: "يا إلهى، انظروا لهذه الصورة، هناك ها هى الأرض ترتفع ! أليس هذا بديعا"!

وصاح أندرز: لاتلتقط هذه الصورة فهى ليست فى الجدول. وكان هو الأهدأ بين الثلاثة ولم ير أهمية هذه الصورة، وكان مهتما بالتمسك بالقواعد أكثر منها فكان من الضرورى أن يضحك بورمان.

وقال للوفيل: "هل معك فيلم ملوّن؟"

أجاب أندرز: "أعطنى هذا الفيلم بسرعة أرجوك"

الآن رآه لوفيل أيضًا "هذا عظيم"!

أندرز: ناولني شريط الفيلم الملون بسرعة!

لوفيل : إنه هناك..

أندرز: أعطني الفيلم الملون وأسرع !

لوفيل : إنني أبحث عن *C368*

أندرز: أى شىء بسرعة!

لوفيل : ها هو!

أندرز: حسنًا أعتقد أنه قد فاتنا المشهد!

لوفيل : إنه هنا عندى!

أندرز : دعنى أشاهده من هذه النافذة، هنا أوضح.

لوفيل : بيل لقد حصلت عليه فى الإطار وهو واضح جدا هنا هل رأيته؟

أندرز : نعم.

بورمان : حسنا فلتأخذ عدة لقطات منه.

لوفيل : فلتأخذ عدة لقطات. أعطنى إياها !

أندرز: انتظر لحظة دعنا نأخذها من المكان المناسب. هنا الآن اهدؤوا.!

بورمان : اهدأ لوفيل!

لوفيل : حصلت عليها. إنها لقطة جميلة *f.11/250*

أندرز : حسنًا

لوفيل : والآن فلتغير الموقع قليلاً

أندرز : فعلت ذلك وأخذت لقطتين.

ولم يستغرق هذا الحديث سوى ثلاث دقائق. وعقب ذلك ادعى جميع الرواد الثلاثة أنهم قد التقطوا هذه الصورة الشهيرة *AS8-142383* المعروفة بظهور الأرض.

ولا يستطيع المرء أن يقرر من اختبار الأصوات أيهم كان المصور، لذا دعونا نقول إن ثلاثتهم قد قاموا بهذا الإنجاز، وفى طريق عودتهم قاموا بإرسال نسخ قليلة بالأبيض والأسود من الصور للأرض.

وكان فريد سباير فى غرفة معيشته بمنزله يشاهد التلفاز فى حالة من اللهفة البالغة، وكان وقتها فى عامه السادس عشر، وهو حاليا مؤرخ عالمى فى جامعة أمستردام. وتم بث الصور على الهواء من التلفاز الإسبانى وذلك لوجود أحد أجهزة استقبال ناسا بإسبانيا، ومازال فريد يحتفظ بصورة التقطها من شاشة التلفاز وهى صورة معتمة تبدو فيها الأرض كضباب رمادى. وقد كتب لاحقًا مقالاً حول التغيرات التى طرأت على ظهور الأرض، واستخدم المادة التى جمعها بعناية وبفرح وسعادة.

وبعد أسبوع من التقاط الصورة ظهرت على صدر الصفحات الأولى لكل الصحف المهمة. وحينها أدرك الملايين الأهمية العاطفية العميقة لهذه الصورة. وقد فهم الصحفيون أكثر من أى شخص آخر ما كان على المحك هنا. وأصبح ظهور الأرض أيقونة لرؤية عالمية جديدة قامت بمحو ذكرى نماذج العوالم القديمة.

ولكن ما الذى جعل هذه الصورة تتمتع بهذه الخصوصية؟

فى عام ١٩٦١ صاح جاجارين قائلاً: إننى أرى الأرض. ياله من مشهد جميل. ومنذ تلك الأيام تم إصدار عدة صور للأرض من الفضاء، ولكنها لم تكن ذات أثر شديد مثلما كان لصورة ظهور الأرض.

وهذه العينة بصفة خاصة أظهرت التضاد الرائع بين المناظر الطبيعية القمرية العقيمة والألوان الناعمة للأرض. وفى كتابه العد التنازلى، وهو من كتب السيرة وصدر عام ١٩٨٨، شرح بورمان الموقف كالتالى:

"نظرت بمحض الصدفة من إحدى النوافذ الموجودة وبدقة أكثر لحظة ظهـور الأرض فوق أفق القمر. وكانت أجمل الصور المتحركة التى رأيتها فى حيـاتى، والتـى أثارت فى داخلى تيارًا من الحنين للوطن.

وكانت الأرض هى الشىء الوحيد الملون فـى الفضاء. والباقى كله كان أسود أو أبيض، عدا الأرض، وكان يغلب عليها اللون الأزرق وتتسم بالنعومـة والـسلام، والقارات كانت باللون البنى الذى يميل للحمرة. وكانت السحب تنتـشر فـوق كـل هذا المجال الواسع كخيوط طويلة من القطن".

وما يزيد من الدهشة حول كوكبنا الفريد فى الفضاء اللامحدود، هو بروز القمر والأرض فى هذه الصورة الواحدة المتباينة، فقد شعرت بالكيفية التى يمر بها كل منهما حاملاً معه تاريخه الفريد فى مـداره اللانهـائى وكيفيـة انغـماس البـشر فى عـالم يكتنفـه الغموض – مألوفًا ومجهولاً. وقد قال جيم لوفـل فى مناسـبة أخـرى " عنـدما رأيـت الأفق الأزرق فى حجم أكبر من أظفار إصبعى الأكبر على امتداد ذراعـى، علمـت أن ذلك موطنى أكثر من كونه ملك الله".

أما بالنسبة للآخرين فإن الصورة التى نعرفها ستبدو مختلفة عن الواقع الـذى رأه رواد الفضاء، وفى الغالب تم طباعة ظهور الأرض كصورة المرآة، والأكثر من ذلك، فإن النيجاتيف الذى استخدم فى معظم الطبعات هو نسخ من الأصل الذى تم الاحتفاظ به فى مأمن بأرشيف وكالة ناسا. وفى خـضم هـذه الـسنوات الطويلـة تغـيرت الظـلال فى النسخ، وأصبح القمر يبدو فى لون بنى غير نظيف بدلاً من اللـونين الأبـيض والأسـود المتباينين. ويجب أن نتذكر أن هذه الصورة قد تم أخذها بعدسات مقربة (تليفوتغرافيـة) وهذا من شأنه أن يجعل الأرض تبدو بصورة أكبر مما هـى عليـه فى الواقـع، بـل وأكثـر تأثيرا. وأخيرا أدرك رواد الفضاء سطح القمر رأسيا وليس أفقيا. وقد وضع بيل أنـدرز فى منزله الصورة على الحائط فى الاتجاه المناسب لهـا، حيـث يكـون القمـر عـلى الناحيـة اليمنى. وهذه النسخة تم وضعها حديثًا على موقع ناسا الإلكترونى.

وفى عام ١٩٩٧، قام ريتشار أندروود الذى قام بتحميض أفلام أبوللو٨ بعمل موجز عن أهمية ظهور الأرض كالآتى:-

(وانتهى الأمر بأن يصبح هذا الفيلم الذى لا تتعدى قيمتـه تـسعة عـشر سـنتًا جزءًا مهمًا من مشروع قيمته عدة بلايين من الـدولارات، أعتقـد أن ذلـك يعـد شـيئًا رائعًا).

٢- الرؤية العالمية السامية

فى رأيى أن اقتراحى بجعل صورة ظهور الأرض فى وكالة ناسا بمثابـة أيقونـة لرؤية عالمية جديدة، إنها ينطوى فى طياته على أن جزءا كبيرا من الإنسانية قـد اكتـسب فى الستينيات رؤية أساسية جديدة للطبيعة والبشرية هذا إذا كانت تكهناتى صحيحة، فإن هذا التغير فى الرؤى العالمية، إنها هو حـدث تـاريخى رئيـسى، ولم ينـشأ بمحـض الصدفة عن إلهام أو حدس عدة عقول عبقرية مستنيرة أو نشاط عابر. وفى الأحـداث الماضية يبدو لى وكأن هناك مبدأ جديدًا منتظمًا، قد ظهر ليؤثر فى حياة الملايين حتى ولو لم يكونوا على دراية كاملة بذلك. بل وأتصور أن أهمية هذا التغير فى الرؤى العالمية هو فى المرتبة نفسها لبعض الأحداث الشهيرة التى طرأت فى الماضى على تـاريخ البـشرية، وعلى المرء أن يعود إلى الوراء نحو خمسمائة عـام، ليجـد هـذا الاخـتراق الـذى عـرف بصفة عامة بالرؤية الشمسية، واعتبار الشمس مركزًا على الرغم من أن شخصًا واحدًا فقط هو الذى أتى بالفكرة وهو الفيلسوف الإغريقى أريـستاركوس الـذى عـاش فى الفترة من ٣٢٥ إلى ٢٥٥ قبل الميلاد. وفى تلك الفترة أفاد علماء من أمثال كوبرنيكوس وجاليليو وكيبلر ونيوتن أن الأرض تدور حول الـشمس ولا تأخـذ الطريـق الآخـر العكسى، وذلك الاكتشاف كان دليلاً على أصل العلوم الحديثة. والحركة العصرية هى المصطلح الأكثر مناسبة فى واقع الأمر، أكثر من مصطلح مركزية الأرض؛ لأن القرون

اللاحقة كانت نذيرا لقدوم العلوم الحديثة والتكنولوجيا والاستنارة وأيديولوجيات مثل الحرية والاشتراكية والإنسانية. وكان يسبق الحركة العصرية الرؤية العالمية لمركز الأرض، وهى تضع الأرض فى مركز الكون كله. وقد تمسك أرسطو بذلك بشكل كبير فى القرن الخامس قبل الميلاد، فى حين قام بطليموس السكندرى بالعمل عليها بالتفصيل فى القرن الثانى بعد الميلاد. وعلى ذلك فقد استمرت الرؤية العالمية لمركز الأرض نحو ١٤٠٠ عام فى شكلها النهائى.

وأخيرا فقد سبق الرؤية العالمية لمركز الأرض مذهب الكون المفاهيمى لحيوية المادة. وقد رأى أصحاب هذا المذهب العالم حولهم وحدة متماسكة واتحادا للأرواح التى تطلب الخضوع. والممرات الواقعة بين هذه الرؤى العالمية الرئيسية كانت تمثل خطوات عملاقة فى تطور الوعى الإنسانى.

ومن الخطأ أن نعتقد أن أحداث الفترات الانتقالية بين الرؤية العالمية المتعاقبة هى مجرد أحداث محدودة ولحظية. وبدلاً من ذلك يمكن القول إنها ضبابية إلى حد مدهش، ويقدم يومنا وزماننا هذا مثالاً ممتازًا، فالحركة العصرية مازالت تبقى كرؤية عالمية سائدة، فى حين أن الرؤية العالمية لمركز الأرض والمتبقى من مذهب حيوية المادة مازال حولنا، وقد يتعجب المرء: على أى أساس أقرر أن مثل ذلك التقسيم العملاق غير الواضح قد أصبح وراءنا؟ فهل يعد أقل من نصف قرن وقتًا كافيا لاتخاذ مثل ذلك القرار؟ ألا توجد أحداث أخرى غير صورة ظهور الأرض جعلتنا نغير أفكارنا وتحديدًا كنظريات أينشتاين والميكانيكا الكمية وانهيار الاشتراكية الوطنية والشيوعية وهيروشيما، أو حادث الحادى عشر من سبتمبر، لماذا هذه الصورة التى نسيها الناس منذ أمد بعيد؟ ما أقنعنى بعد طول تخوف، كان الرأى العلمى للفيلسوف الإسبانى خوسيه لويس سان ميجل. فقد أظهر أن عددًا كبيرًا من التغيرات الجوهرية فى مداركنا وأفكارنا قد حدثت خلال الأعوام القليلة حول عام ١٩٦٨ وبعده. وها أنا أسجل بعض الأمثلة الرئيسية شاملة بعض الإضافات لقائمة خوسيه لويس، فقد كان هناك

وعى مجتمعى مفاجئ بأن هناك حدودًا للنمو فى ضوء القيود التى فرضها ميلاد كواكب مكتشفة حديثًا.

وبالنسبة للموارد الطبيعية من المواد الخام والوقود الحيوى، فقد كان ينظر لها كأشياء محدودة متوقع نضوبها مستقبلاً. وأصبحت العولمة والتغيرات فى المناخ العالمى ومستوى مياه المحيطات، مفاهيم تثير القلق اليومى لكل شخص، وتأثرت العلوم بصفة خاصة بهذه التغيرات، ففى الجيولوجيا وبعد كل علوم الأرض نفسها، كان هناك هذا الاختراق لعلوم المناخ العالمى والألواح التكتونية ونظرية الديناميكا الفيزيقية لقشرة الأرض وتبعها الجيوكيمياء (دراسة الأرض كمصنع كيميائى) والبيولوجيا الأرضية (الجيوبيولوجيا) التى تختص بالتركيز على القوى الجيولوجية للحياة وعلوم نظام الأرض ونظرية جايا (وكلاهما يدمج ديناميكا الكواكب والتاريخ). وفى البيولوجيا أصبح التنوع العالمى والنماذج العالمية للتطور والنشوء موضوعات رئيسية. وحاليا جاء إلى المقدمة الأستروبيولوجيا أو البحث عن الحياة فى كواكب أخرى، كامتداد جديد ومثير لعلم الفلك. وبالإضافة لذلك كانت هناك مضامين أخرى مهمة فى مجالات الطب والاجتماع والزراعة والقانون.

والسهولة التى يمكن أن نزود بها القائمة تبين أن ذلك لم يكن تطورًا تدريجيا فى خلفية مداركنا، لكنه انهال وتسارع بشكل كبير. وما يصدم العقل على الفور هو العلاقة والرابط بين كل هذه المفاهيم الجديدة مع الرؤية المدهشة لظهور الأرض.

وإننى إذ أدين بكل العرفان لأستاذ الفلسفة المتفرغ بجامعة أمستردام أ.د. مارتن فان نيروب لاقتراحه كلمة "سامية" لهذه الرؤية العالمية الجديدة. فنحن الآن نستخدم هذه الكلمة كبديل لكلمة رائع أو ممتاز؛ ولكنها فى القرن الثامن عشر كان معناها أرقى من ذلك كثيرًا. وعلى سبيل المثال كان إيمانويل يتعامل مع هذا المفهوم فى كتابه "نقد العدالة" وكانت هذه الكلمة بالنسبة له تبعد عن معنى الجميل وأكثر قربًا لكلمة مثير، بل تجربة مغامرة، شريطة أن يكون الحدث قد تم مشاهدته من البعد.

وفى بداية القرن التاسع عشر قام الأدباء والفنانون الممثلون للحركة الرومانسية بالعمل على تحسين هذا المفهوم للكلمة (سام). وهكذا فإن لوحات كاسبر ديفيد فريدريك فى ألمانيا، أو ويليام تريز فى إنجلترا تلقى الضوء على القوة الغامرة للطبيعة، وتقلل من أهميتنا نحن البشر. وفى الفصل الثالث سنرى التعبير عن هذه الفكرة فى لوحات المناظر الطبيعية الأمريكية (اللوحة رقم ٢). وبدون شك فإن الرؤية الخاصة بظهور الأرض كانت أبلغ مثال على التجربة السامية. وهذه الصفة تم تطويرها الآن فى نتائج مدهشة فى العلوم بصفة عامة، وفى علوم نظام الأرض بصفة خاصة.

الاشتمال والتجرد

لن نتمكن من فهم جوهر الرؤية العالمية السامية بدون التطرق الأساسى إلى داخل ديناميكية الرؤى العالمية بصفة عامة. ويقدم كتاب نوربرت إلياس المشاركة والتجرد، الذى سبق أن ذكرته فى الفصل الأول وقدمت تحليلاً مفسرًا لذلك. ونحن نذكر أن هذين المفهومين "المشاركة والتجرد" يشيران إلى علاقتين متضادتين بين الناس وبيئتهم. فالصياد الأكبر فى دوامة "إدجار آلان بو" مثلت ما له من التجرد العقلى، لقد كان الخوف يتملكه ويغمره إلى الحد الذى لم يمكنه من التعامل مع الموقف بطريقة منطقية ذات معنى، أما شقيقه الأصغر، فقد حظى بحالة ومستوى عالٍ ومدهش من التجرد، فتفحصه اللامبالى لديناميكا الدوامة ساعده على اكتشاف طريقة للخروج منها.

وهذا المثال جيد لأنه يلقى الضوء على التضاد بين تلك الحالات التى يمر بها العقل، ولكن لنفهم ديناميكية الرؤى العالمية، علينا الآن أن نحسن وننقى طريقة فهمنا، ففى واقع الحال إن العلاقة بين الاشتمال والتجرد هى علاقة معقدة.

فهما ليسا فقط أعداء، بل هما مكملان لبعضهما البعض بشكل كبير فى الوقت نفسه، فلا يوجد تجرد حقيقى بدون أرضية وأساس من المشاركة، فلماذا يجب حقًا على

الشخص الذى يعيش فى حالة تجرد كاملة أن يهتم بما هو حوله؟ لابد من أن هناك درجة ما من المشاركة ومن المشاعر الذاتية التى يحتاجها الإنسان دائما لإشعال ما يصبو إليه ليسمح بالتجرد أن يقوم بمهمته. دعنا نرى كيف تعمل هذه التفاعلات المعقدة من أجل تتابع الرؤى العالمية السامية والحديثة.

إن مركزية الشمس السابقة على زمن الحداثة أخذت الإنسان بعيدًا عن المركز المريح الذى كان يحتله خلال نظام مركزية الأرض الذى سبق (والذى كان فى مركز الكون تمامًا). ونظرية كوبرنيكوس وجاليليو (أن الأرض تدور حول الشمس وليس فى الطريق الآخر حولها) تضع الإنسان على الهامش مع كوكبه. وللمرة الأولى أصبحت الطبيعة تلوح فى العقول الواعية كعالم مستقل ومحايد لا تضعنا فى حسبانها بأى شكل. وهذه الرؤية الجديدة لابد أنها كانت غير متعاطفة مع الناس أو مشمئزة منها فى العالم القديم. لذلك فلتبنى الرؤية العالمية الخاصة بمركزية الشمس، فلابد للناس من دفع ثمن باهظ عاطفيا، لهذا الاشتمال والاحتواء المتزايد.

ولكنهم فى المقابل، تلقوا مستوى أعلى من التجرد. ونظرًا لأن الرؤية الجديدة كانت أقرب للواقع، فقد اكتسب الناس مزيدًا من السلطة والقوة على الطبيعة. وقد أعطت هذه الزيادة فى التجرد حافزا إضافيا يتمثل فى الإحساس بقيمة النفس بقناعة كبيرة، وقد عكست الرسوم فى عصر النهضة، وفى بداية فترة مركزية الشمس مستوى عاليا من الإيمان بالثقة بالنفس. وفى البدايات كان الغرض الرئيسى من الرسوم هو شد المشاهد واحتواؤه فى تجربة دينية، فقد كان للجمال والحقيقة أهمية ثانوية. وفى عصر النهضة أصبح للأشياء وجودها المستقل، وبمساعدة النظام المنظورى وضعت فى حيز ثلاثى الأبعاد، والتجربة الممتعة لمثل ذلك الوضع الجمالى أصبحت هدفًا فى حد ذاتها.

ومع انتشار الرؤية العالمية الحديثة ظهر نوع من العلوم أصبح يتجه تباعًا نحو التجرد. والتاريخ معروف جيدًا : فالغزاة احتشدوا فى جموع على الأرض ورسامو الخرائط رسموا خرائط للعالم. وتم دراسة علم التشريح، وفسيولوجيا الجسم البشرى

بشكل عميق حقيقى. وبعد ذلك قام أوائل الجيولوجيين باستكشاف عمق الزمن اللامحدود.

وعملت نظرية النشوء لداروين على الحط من قدر الإنسان إلى مرتبة الحيوان. وقد أشار سيجموند فرويد إلى أن عالمنا العاطفى هو مشهد من القوى الدافعة اللاواعية واللامنتظمة. وحتى علم الفلك الحديث، أخذ الشمس بعيدًا عن موقعها المركزى، وتحولت إلى مجرد نجم صغير هامشى فى محيط مئات البلايين من المجرات التى انتشرت بدورها حول الكون الواسع، وقد تغيرت رؤية مركزية الشمس، التى كانت تمثل ذات مرة نقطة انطلاقة هذا التطور، إلى رؤية للواقع، حيث اختفت فيه كل آثار المركز. وكل خطوة فى هذه العملية عملت على زيادة التجرد وإعطائه سلطة أكبر فوق البيئة، وأصبح الثمن المطلوب أعلى وأعلى حتى منتصف القرن التاسع عشر، حيث بدأ الفلاسفة فى الجدل بأن كل تظاهر بالحقيقة والأخلاقيات. ما هو إلا خدعة وهذا الرأى كان بمثابة ميلاد لنوع عميق من العدمية المتشائمة. وغالبًا ما يشعر الناس، حتى فى يومنا هذا، بأن وجودهم عديم الجدوى تمامًا!

فى بداية هذا الفصل اقترحت أن يكون عالم الأرض كأيقونة للحداثة، ولكن كان يمكننى أن آخذ أيضًا هذه النقطة السوداء من العدمية. وهذا التدامج الحاد الناجم عن الحداثة، مازال له أثر اجتماعى آخر. فبالنسبة لنوربرت إلياس، فالزيادة فى الإحساس بالتجرد كانت مقصورة تقريبًا على العلاقات والروابط بين الناس وبيئتهم الطبيعية، فى حين أن العلاقات المتبادلة بين البشر، استمرت فى قوتها بفعل المشاركة أو الاحتواء، واستطاعت العلوم الطبيعية والتكنولوجيا أن تزدهر، فى حين تخلفت عملية الفهم والتحكم فى العمليات الاجتماعية. وبتزايد قوة الإنسان على قوى الطبيعة تزايدت التهديدات بين البشر كذلك. واستمرت الصراعات على كل المستويات فى تخريب الإنسانية وبقيت الحروب كسوط للعقاب. وذلك كان السبب الرئيسى وراء عدم قدرة العلوم الاجتماعية على النهوض والنجاح. وبقى علماء الاجتماع مغموسين

فى العلميات التى يدرسونها كثيرًا، حتى فقدوا القدرة على تحرير أنفسهم من هذه الدوامة السلبية. وكانت آثار هذا الشلل مدمرة، ونأمل فقط أن تقوم الرؤية العالمية السامية بتحقيق شيء أفضل وسط هذا الانهيار، وتقدم الأزمة الاقتصادية العالمية التى اجتاحت العالم وقت المداد كتابة فى هذا الكتاب عام ٢٠٠٨، عرضًا مدهشًا لاذعًا لبصيرة الناس. وحيث كانت السلطات الاقتصادية الرائدة هى المشارك الفعال فى المشهد الحالى، فقد كانت على أعينهم غشاوة قبل أن يحدث الحدث، ومنذ ذلك الحين فقدوا السيطرة على الأمور.

•

التجرد والمشاركة فى الرؤية العالمية السامية

انطلق رواد الفضاء إلى السماء وهم يرتدون بزات الفضاء. وعندما نظروا خلفهم رأوا كوكبًا جديدًا مألوفًا ومجهولاً. وعلى الفور فقدت العوالم التى ظهرت إلى حيز الوجود بريقها. ولم يكن ذلك بسبب وجود خطأ فى الخرائط، لأن الصورة التى التقطت من الفضاء أكدت صحة ما تم عمله على مدار قرون بأفضل التفاصيل الممكنة، ولكن رواد الفضاء رأوا أشياء لم تظهرها العدسات السابقة: مجموعة من الكواكب المستقلة بذاتها التى تتخطى النظام الإنسانى وكوكب سامٍ متملص من السيطرة الإنسانية، ومستقبله لا يمكن التكهن به. والعوالم لم تكن سوى فكرة تصورية عقلية من مستوى الأرض إلى الفضاء الافتراضى. وهذه قرون كانت البشرية تنظر إلى صورتها المنعكسة بالمرآة من هذا الموقع الخيالى.

وهكذا فإن أول صور للأرض كانت أيقونات لعنصر جديد فى حياتنا العاطفية، ولرؤية عالمية سامية تحترم، وتدهش لمدى تعقد الأرض. وكانت عوالم الكارتون وحبر الطباعة تعد انتصارًا لعصر النهضة والتنوير. ولكن فجأة حل مكانها عالم حقيقى من الجمال غير المقارن، وقد لحق بالأداء الصحيح شعور جمالى وعاطفى

عميق. وكان السفر للفضاء أحدث نصر للتنوير، وكذلك الرؤية العالمية العصرية التى أصبحت المسؤولة عن ميلاد هذا المسخ اللافت للنظر.

ومسمى ظهور الأرض يبين كيف باغتتنا الرؤية العالمية السامية. وعند ظهور الصورة لم نتمكن من فهم حقيقة الأمر بكل مفرداته. وبدون أدنى شك تم اختيار هذا المسمى من خلال التناظر مع ظهور القمر على الأرض، وبكل تأكيد فقد بدأ ذلك لرواد الفضاء، وكأن الأرض تشرق، لأنهم كانوا يدورون حول سطح القمر. ولكن على القمر لم يظهر شروق أو ظهور للأرض، وذلك ببساطة لأن موقع كوكبنا كما هو مرئى من سطح القمر ثابت لايتحرك، فلأى حد تغمى أعيننا عن هذه المفاهيم التقليدية وتجعلنا غير قادرين على تفهم هذه الثورة المتفجرة.

وهذا النشاط الذى جاء به ظهور الأرض لم يكن لينتشر هكذا، إذا ما وصلتنا الصورة فى وقت آخر. فقد كانت هناك مصادر إضافية للرؤية العالمية السامية حول هذه الصورة من الفضاء، وكلها يدعم بعضها الآخر. ولمدة عشرين عاما جعلت الحرب الباردة العالم فى قبضته من جديد وجعلت أزمة كوبا بصفة خاصة الناس يدركون أنهم طوال هذه السنوات عاشوا على حافة العدم. وبالنسبة للكثيرين فإن حرب فيتنام قد أظهرت الإفلاس الأخلاقى للغرب، ففى الوقت الذى كان يمكن فيه استخدام رؤوس الأموال فى محاربة الجوع فى العالم، تم توجيهها إلى إنتاج السلاح. وقد يرى المرء أن هناك مطلبًا متزايدًا على منظور جديد.

وعلى أمل أن يفاجئنا زمننا الحالى بشىء، فإن روبرت كينيدى مرشح الرئاسة المغتال، استطاع أن يكون مصدر إلهام للشعب الأمريكى، وسادت قوة الزهور وتحكم الخيال. وفور سقوط القوى العسكرية والاقتصادية ستتهاوى كل المشاكل مثل الفقر والحروب والتسليح والعنصرية. وإذا استطعنا السفر للقمر، فلن تكون هناك مشكلة لا نقوى على حلها، ومن وجهة النظر المثلى للفضاء العميق، تبدو مشاكل اليوم شديدة التفاهة، ونحن محظوظون للحياة فى مثل هذا العالم العجيب.

وبعد ذلك بقليل علينا الاكتشاف، كما هو الحال فى الماضى بأننا قد دفعنا جائزة عاطفية كبيرة فى مقابل ما كسبناه من حالة تجرد جديدة. وتطرق لنا أيضًا أن صور الفضاء قد أظهرت واقعًا آخر، أكثر إيلامًا، ففى خضم هذا التفاؤل البرىء نسينا أن الأرض هى أيضًا مكان للموت والرعب والفناء. ويتقلص التفاؤل ويحل القلق العالمى بدلاً منه. وقد أظهرت عملية ظهور الأرض أنه لقرون عديدة، قامت العوالم القديمة بحمل مرآة أمامنا: وتم عرضها كأيقونات لرؤية عالمية مهملة. ولكنها الآن أصبحت أكثر وضوحًا حيث إن هذه الأيقونة للرؤية العالمية الجديدة لديها وظيفة مشابهة للمرآة.

وكسابقيها فإن الرؤية العالمية السامية لها وجهان، وعندما كان الأمل يملؤنا، ظهرت الأرض بصورة رائعة، ولكن فى حالات اليأس أحبطتنا ووضعتنا فى دوامة سلبية من الاشتمال. وتزايد عمق الهوة عما كانت عليه سابقًا. وتحت المركزية الشمسية والرؤية العالمية الحديثة، تقوض الوضع المركزى المريح للموضوع الإنسانى بأن الأرض هى المركز، مما جعل لدينا نظرة فانية لا أهداف لها، وليس بها شىء جيد أو حقيقى، إلا أن حصنا واحدا أصبح ملاذنا، فعلى الأقل استمررنا كسادة أو مسؤولين عن الأرض.

وحيث إننا قد تخيلنا عددا لا محدودا من الموارد الخاصة بالمواد الخام فيما حولنا، فيمكننا ترتيب هذا المكان بحرية. ولكن الآن ومن وجهة النظر الفُضلى للفضاء العميق، فقد أصبحت البشرية غير مرئية، إلا أن لديها إمكانيات العملاق المخربة وتمثل تهديدا لهذه الواحة الفريدة فى الفضاء. ومع بزوغ الرؤية العالمية السامية. وصلت نهاية الجنس البشرى إلى الذروة، وتمامًا مثل الصياد الأكبر فى الدوامة نحاول أن نغمض أعيننا لنتحاشى النظر إلى العملاق فى وجهه. وهذا هو الوقت الذى يجب أن نلحق فيه بشقيقه الأصغر ونتأمل فى الدوامة الغاضبة بتعجب وشغف بدون النظر

إلى مقدراتنا. وسأدحض بأن العلوم الأصولية للرؤية العالميـة الـسامية سـتعود علينـا بكرامة جديدة وغير متوقعة.... وهذا الفرع الخاص من العلوم التى تتوارد إلى العقـل هى الجيولوجيا، خاصة المجال الذى يهتم بالأرض بصفة عامة- علم نظام الأرض - ومن الآن فإن هذا الإحساس الذى يعمه الأمل والذى جاء من صورة ظهور الأرض قد أصبح باليا. وينبغى ألا ننسى أنه مقارنـةً بمغـامرة الـصياد، فـإن توجهنـا الجديـد يحدث على مستوى مختلف تمامًا. فبدلاً من التحول اللحظى فى عقل الفرد الواحد، فإن التجاوز العلمى يهم البشرية كلها، ويحتاج إلى أن نـترك وراءه وبـشكل جـذرى هـذه الصور القديمة للإنسان وبيئته، وهكذا فإن الحصول على نظرة تجـريـديـة لكـوكبنـا لا تأتى لنا فى ومضة لحظية لعقـل واحـد، ولكنهـا تـأتى نتاجًـا لـصراعات القـرون. ولتقدير مدى عمق هذه الاكتشافات العلمية نحتاج العودة إلى الزمن الماضى ومتابعـة تحـرير العلوم الجيولوجية منذ بداياتها. وفى ضوء المخاطر الناجمة عن الإحساس بأنهـا لا تستحق الاهتمام، أقترح أن نتوخى الحذر خلال هذا التاريخ بعمـل اختبـار معمـلى على بعض الأحداث التى تحمل معهـا مـضامين. وهـذا مـن شـأنه أن يجهزنـا لتقيـيم الثورات التى أتت بها الرؤية العالمية السامية فى مجال العلوم البحتة للأرض وإعطائهـا قيمة علاجية رائعة.

الفصل الثالث

الانفصال البطىء

أ ـ صحوة الصخور

ولتنتظر وتتوقع أن الشيء الوحيد الذى يثرى حياتك على الإطلاق، هو القوى غير العادية وإيقاظ الصخور فى الأعماق، كل هذا سيرتد إليك.

رانيرماريا ريلك، داس بوس دير بلدر

سيكار بوينت، سكوتلانده ١٧٨٨ . ثلاثة رجال يتفحصون الصخور والبحر ويتأملون، يتمتم أحدهم ببعض الكلمات ويشير إلى الأرض، ويومئ الآخران تأكيدًا لكلامه ثم يستأنفون التقدم فى المسير، ينحنون ويلمسون الأرض لهدف ما، قد يصل إلى حد التبجيل. من هؤلاء النبلاء؟ وعم يبحثون؟ هل هناك حيوان بحرى لافقارى ميت (عجل البحر)؟ أو ربما جثة آدمية. كلا لايوجد شيء مرئى.

وقد كتب أحدهم لاحقًا "لم نجد أى دلالات على البدء والنشوء ولا أى توقع بالنهاية. وكتب الآخر" لقد شهدنا على العمق غير المحدد للزمن. رؤى مخيفة. هل تلبس الشيطان هؤلاء النبلاء؟ هل نزل عليهم وحى إلهى؟

الإجابة بالنفي. ففي مساء هذا الصيف المشمس من عام ١٧٨٨ في سيكار بوينت ولدت الجيولوجيا. وقد تملك كل من جيمس هتون وصديقيه الشابين جون بلاى فير وجيمس هال اعتقاد بالغ الغرابة وكأنه أتى من عالم حكايات الجان. فقد اعتقدوا بأن الصخور تحكى قصصًا ويمكن قراءتها من على متنها، ولم يوجد لديهم أى ريب فى أنهم يستطيعون أن يضعوا أيديهم عليها. فتتابع الأطوار يحكى ويشير لفترة طويلة من السكون ويتبعها كارثة مدمرة. وأخيرًا يعود السكون وقد أدرك كل من هتون وبلاى فير وهال أن هذا ما هو إلاجزء صغير فقط من قصة عظيمة، فقد ظهرت الصورة فى عقولهم من خلال دورة الصخور المدهشة المتمايلة، وتمثل النشوء الخالد والاضمحلال وهو ما يتسم بالقسوة تمامًا كدورة الفصول.

رحلة هتون الطويلة خلال العلوم

كان هتون هو من جاء بفكرة دوران الأرض من الداخل إلى الخارج. وكان ذلك بالطبع ليس نتيجة إلهام مفاجئ، ولكن جراء سنوات من الملاحظة المتأنية والتفكير العميق. ولمدة طويلة كان هتون على دراية بفكرة الدورات الطبيعية وخاصة منذ رسالته عام ١٧٤٩ بجامعة ليدن بهولندا حول الدورة الدموية. ومنذ ذلك الحين وهو يعيش فى عزلة استمرت ١٣ عامًا بمزرعته بالقرب من الحدود الإنجليزية من عام ١٧٥٤ حتى ١٧٦٧. وعلى الرغم من اهتمامه الأولى فى هذه الأيام بتحديث الزراعة، فإنه حظى بالفرصة للاحظة كيف أدى المطر والرياح والمياه المتدفقة إلى تآكل الأرض من تحت مزارعه حتى النهر القريب. وكيف أن الطين قد أعيد ترسيبه فى مكان آخر كرسوبيات. وكذلك، فى رحلاته الطويلة داخل الحدود الأسكتلندية أصبح على دراية بالقوى الكامنة فى باطن الأرض، القادرة على إذابة الصخور وإلقائها ودفعها إلى الجبال الشاهقة، وقد يكون أهم عامل من عوامل تطوره هذا هو الجو الفكرى فى إدنبرة حيث نشأ، وأثبت نفسه منذ عام ١٧٦٧ وما بعدها. ففى هذا الوقت

تحديدًا شهدت هذه المدينة انتعاشة فكرية رائعة حيث جمعت الحضارة الأسكتلندية مجموعة من أشهر العلماء على الإطلاق هناك، فيمكنك أن تلتقى بديفيد هيوم الفليسوف والاقتصادى آدم سميث والكيميائى جوزيف بلاك وجيمس وات رجل الآلة البخارية. وقد اعتاد هتون أن يلتقى بأصدقائه فى المساء فى المقهى أو بمنازلهم أو فى الأكاديمية. وكانت إدنبرة فى ذلك الوقت واحة الحرية والأعمال وأحد المراكز الفكرية الكبرى فى أوروبا. وكان الفضل لهذه البيئة التى أعطت جيمس هتون القدرة على العمل فى نظريته الثورية "نظرية الأرض".

قصة سيكار بوينت

فى هذا اليوم الصيفى من عام ١٧٨٨ أبحر هتون وبلاى فير وهال، عبر الساحل الأسكتلندى. وضع هتون خطة لعرض نظريته فى رؤية شاملة واحدة على أصدقائه الشبان، وكان من الصعب الوصول للمنطقة، حيث إنه لم يذهب هناك من قبل. ولكنه كان يقرأ ما يريد ويبحث عنه. ففى هذه المنطقة تم عرض نوعين مختلفين من الصخور. كانت القديمة منها رمادية اللون وطبقاتها دقيقة ورقيقة وطينتها صلبة، فى حين كانت الأخرى الأدق حجما من الحجر الرملى، وكان الحد الفاصل بين هذين الراسبين دليلا على نظريته وبعد بحث طويل وجدوا ما كانوا يبحثون عنه.

ومن الأسباب التى تجعلنى ألقى الضوء على ذلك، أنها تعرض بجمال شديد كيف تعمل الجيولوجيا. ومرة أخرى فإن هذا العلم يحارب مسألة عمل شىء لا يمكن عمله وأن ترى الحركة فى الأشياء التى لا تتحرك. الجيولوجيا تتعامل مع الصخور والطبقات والطيات والفوالق وحبات الرمال والقارات وهكذا. كل هذه الأشياء غير متحركة (على الأقل على مستوى الزمن الإنسانى)، أما قصة كيفية تشكيلها فى الماضى فهى ما تنطوى عليه الجيولوجيا. ولابد أن نتذكر دائما جيمس

هتون لأنه أول من فهم أن الصخور الميتة فى سيكار بوينت تنطق بقصة وأن عليه أن ينظر فى الحاضر لاكتشاف مفاتيح الماضى - التفسير الديناميكى الذى يسعى وراءه - وعقب مرور أكثر من قرنين مازال هذا التفسير باقيا وأساسيا وبدون منافس. (الشكل٣-١).



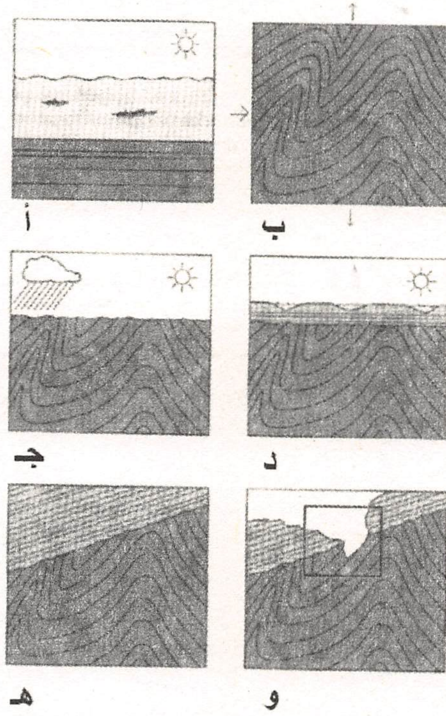
الشكل ٣-١: يبين القطاع العالمى الشهير فى سيكار بوينت. وأسفل الشكل ترى بوضوح الطبقات الرقيقة للجزء الأسفل من الحجر الطينى، مع زيادة فى الجهة اليسرى. فى الجهة اليمنى تم إدخال طبقات أكثر سمكًا. ومستويات التطبق ثم موجهة رأسيا وتستمر حتى يتم قطعها من مستوى أعلى بسطح مائل قليلاً. على القمة. تليها تراكمات من الحجر الرملى الأحمر.

وما كان فى عقل هتون مثالاً رئيسيا لما يسمى الآن الهدم. فقد فهم على الفور أن كلا التراكمين على الحجرين كانت رسوبيات، وذلك لما كان لـه مـن خـبرة طويلـة فى ذلك، منذ الأيام التى كان فيها مزارعًا، فقد شـهد كيـف تـم تراكمهـا غـير المحـدود والبطىء، طبقة فوق طبقة مثل الحبات المبعثرة على أرضـية البحـر أو عـلى حافـة نهـر متعرج. وبدون أدنى شك فإن أكوام الصخور الضخمة حـول سـيكار بوينـت لابـد وأنها قد استغرقت وقتًا طويلاً فى التكوين. وبعد وقـت طويـل التَحمـت الحبـات فى الصخور الصلبة. ومن الواضح أن كومة الـصخور الـسفلى هـى الأقـدم فى التتـابع. ولكـن كيـف تم إحضـار هـذه الطبقـات مـن موقعهـا الأفقـى الأصـلى إلى وضـعها الرأسى الحالى؟

لفهم ذلك كان لابد لهتون من الاعتماد على خبراته فى جبال أسكتلندا. فهنـاك، شاهد العديد من أكوام الرسوبيات التى تم ضغطها مثل مفـرش المائـدة بفعـل قـوى عملاقة تعمل فى باطن الأرض، وقـد طويـت وتـصدعت. وأدرك هتـون أنـه هنـا فى سيكار بوينت شكلت الطبقات السفلى جانبًا من هذه الطيات. ولم يمكن تجنب هـذا الاستنتـاج. وفـور وضـع كومة الترسيبات السفلية بفترة طويلة عـلى أرضـية البحـر (٣-٢أ) فإن البنية كلها تندفع وتتجعد وترتفع لتشكل حزام جبال شاهق، قـد تماثـل جبال الألب الحالية.

ولكن أين ذهب هذا الحزام الجبلى؟ هل هبط عائدًا للأرض؟ وهل نحن نشهد حاليا قمما جبلية من المـاضى؟ لهتـون تفـسير أفـضل. ففـى مزرعتـه شـاهد كيـف أن العوامل المناخية عملت على تآكل الصخور من السطح، وكيف أن الأنقاض تم نقلها ببطء وتم إعادة وضعها فى منحدر سفلى، وقد أدرك أن هذه الآلية يمكن أن تؤدى إلى استمرارية استواء سطح القارة، وعندما تسافر الآن عـبر سلاسـل جبليـة فلـن تـرى الموقف سوى فى لحظة انتقالية واحدة من الصراع الطويل بينما تـصعد بـه القـوى مـن

باطن الأرض، وما تأتى عوامل التحات من تسوية. هكذا فكل السلسلة الجبلية البطيئة الصاعدة إلى أعلى فى الماضى البعيد تم محوها بالتآكل (الشكل ٣- ٢ج) فى حين أن الركام يتم نقله لمكان آخر فى صورة رسوبيات جديدة طبقة طبقة، وحيث إن الطبقات الرأسية فى سيكار بوينت لا تمثل قمم الجبال القديمة فى الماضى فإنها تمثل جذور الجبال العتيقة.



(الشكل ٣-٢) الشرح الجيولوجى لمكشف سيكار بوينت.

أ - ترسيب الرسوبيات السفلية فى مياه المحيط.

ب - تشكيل السلسلة الجبلية - ضغط وطى وصعود الصخور.

ج - تآكل السلاسل الجبلية.

د - وضع الرسوبيات السفلية (بفعل الأنهار وفى البحيرات وعلى الأرض).

هـ - المرحلة الثانية تشكيل الجبال والطى الواسع للكتلة الصخرية كلها.

و - التحات الساحلى للصخور فى الزمن الحديث لسيكار بوينت.

وتكفى نظرة على الكون لإعطائنا انطباعا عن المستوى الذى تعمل على أساسه هذه العمليات وتوجد أحزمة الجبال فى كل القارات، فتنقل المثالج والأنهار الركام من خلال الأودية إلى أسفل المنحدرات حتى تستقر فوق السهول الساحلية إلى أن تصل حتى دالات الأنهار، وهى مناطق رسوبية معروفة عند فم النهر مثل أنهار الجانج والنيل والمسيسبى والأمازون أو فى هولندا. وحتى هذه التراكمات الضخمة ما هى إلا رواسب مؤقتة حيث إنها تؤخذ مرة أخرى فى التيار الهابط حتى ينتهى بها المطاف على أرضية المحيط، ويسود التآكل فى مناطق الرفع والرسوبيات فى الأحواض الرسوبية الهابطة.

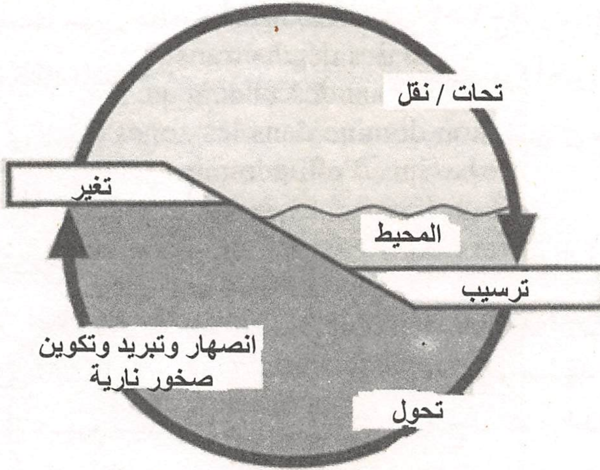
وقد أدرك هتون أن هذه النماذج من الارتفاعات والانخفاضات ليست ثابتة للأبد، ولكن سطح الأرض هو فى حالة حركة مستمرة. وعلى سبيل المثال فإن الطبقات الرأسية فى سيكار بوينت قد تم ترسيبها فى حوض هابط، ومنذ ذلك الحين فقد طويت ورفعت. وبالإضافة لذلك فإن هذا القسم يبين بشكل جمالى تآكل الجبال تباعا وأن المنطقة كلها تحولت إلى حوض رسوبى. أما الحدود ما بين الكتلتين الرسوبيتين فليست سوى سطح متآكل قديم (الشكل ٣- ٢ج). ولو عشت فى هذا الزمن لكان يمكنك المشى فوقها. وبعد ذلك ساد الترسيب مرة أخرى حيث ألقى الركام الصخرى للجبال الشاهقة على السطح المتآكل العتيق فى سيكار بوينت وترسب فوقه (الشكل ٤ -٢ د).

وهذا لاينهى بصفة كاملة قصة سيكاربوينت لأن الطبقات العليا أيضًا لم تعد أفقية. فلابد من المرور بمرحلة ثانية أقل حدة من عمليات الطى والرفع التى تلت العمليات الأولى (الشكل ٣ - ٢هـ). وحاليا فهذا الشاطئ هو مشهد للتآكل وهذه العملية تقطع فى صميم سيكار بوينت تمامًا خلال السطح المستوى الذى يفصل بين الركامين الرسوبيين. وذلك حتى يمكنك دراسة نقطة التماس بينهما بالتفصيل. والطبقة المنكشفة بسيكار بوينت تعد رمزًا، حيث إنها تلخص نقطة الجدال فى هذا

الكتاب. فأول ما نراه هو شاطئ صخرى مثل كثير غيره من حولنا. وفى روايتى فإن هذه الخبرة ستمثل الرؤية البعدية للعلوم الأساسية. وحاليا وبشكل خاص فإن الصورة نفسها تجبر عقولنا على الترحال داخل أعماق الزمن وفهم العوالم العجيبة التى نشأنا نحن أيضًا منها. وبالسماح لعقولنا بالذهاب فى رحلة قصيرة ما بين رؤية وأخرى ثم العودة لأننا نخضع للقوى المريحة للأسطورة العلمية.

دورة الصخور

فى ضوء معلوماتنا الحالية فإن تفسير هتون قد يبدو مدللاً على نفسه لأنه يصبح بالضرورة أن الافتراض البسيط بأن القوى الجيولوجية حين تعمل الآن، فهى تنتج أيضًا صخورًا من الماضى. ولكن هتون كان أول من طبق هذا المبدأ بتناغم، ولهذا فإن سيكار بوينت أصبحت أثرًا جيولوجيا رئيسيا. ويجب أن نتذكر أيضًا أن هذا النتوء الصخرى قد خدم كصورة توضيحية للمفهوم الواسع لدورة الصخور.



الشكل ٣- ٣ دورة الصخور

ويمكنك أن ترى فى الشكل (٣-٣) أن هتون قد تخيل أن إعادة تدوير السطح الخارجى للأرض هو القاعدة، وعلى يسار الشكل تجد على الأرض صخورًا جديدة تأتى باستمرار من هذا الأتون الجوفى العميق داخل الكوكب، وفور وصولها إلى السطح وتعرضها للجو ومياه المطر والجليد تتجوى وتجد طريقا إلى المحيط. ومن هناك تتحرك إلى داخل أعماق الأرض، ويتم إعادتها للسطح مرة أخرى بعدئذ. ويكمن جمال هذه الفكرة فى أنها تجمع كل أنواع الصخور والعمليات الجيولوجية فى صورة عقلية واحدة. وكل أنواع الصخور الرئيسية مثل الصخور البركانية والمتحولة والرسوبية لها مكان منطقى فى هذا الشكل، ويمكن للمرء على الفور أن يرى كيف تتحد أصولها معا.

يجب علينا أن نقدر هتون كونه مكتشف دورة الصخور، هذه الفكرة التى مازالت تشكل أساس البحث الجيولوجى، برغم إثرائها بالطبع بكل الأبحاث منذ عهد هتون. وتعد هذه الفكرة فى القرن الثامن عشر فكرة ثورية لأنها اشتملت على مفهوم الفرن الداخلى فى داخل الأرض، وقد أوعز هتون لتلك الحرارة مسؤولية ذوبان الصخور وإنتاج الجرانيت والبازلت وما يماثلها، ومسؤولية تشكيل الجبال والأحواض الرسوبية. وبهذا الرأى الذى ندين له بنظم جيولوجية مهمة مثل علم الصخور والتكتونية يتعارض هتون بحدة مع النظرية الرائدة فى عصره والقائلة بأن كل الصخور قد نشأت فى المحيط.

بصيص فرصة

أدرك هتون أن فكرته الخاصة بدورة الصخور تحمل مضامين تبعد عن آليات ديناميكية الأرض، وقد لاحظ مباشرة العديد من العمليات الأساسية فى مزرعته ومعدلاتها البطيئة مما جعله على دراية بعمق الزمن الجيولوجى. ولأول مرة فى التاريخ

قامت هذه النتيجة على أسس جيولوجية خالصة. وبما أن هذه الرؤية كانت تتعارض مع العقيدة السائدة بأن الخليقة عمرها نحو ٦٠٠٠ عام، فقد تكون أفضل إنجازاته الأساسية كما أسميها "الرؤية العالمية الحديثة" بما فى ذلك تهميش الإنسانية الذى كان مميزًا لذلك الحدث. ففى تلك الأيام كان الكتاب المقدس فى العالم المسيحى يعد المصدر المطلق للمعرفة، واضطر العلماء أن يأتوا بنظرياتهم بحيث تتوافق مع الإنجيل. وعلى رغم هذه العقيدة المنتشرة حينئذ فإن عالِم الطبيعة والصناعات المعدنية جورج دو بافون قد حسب عمر الأرض ما بين ٧٥٠٠٠- ١٠٠٠٠٠ سنة بدءًا من الفكرة القائلة بأن الكوكب قد أصبح صلبًا بالتبريد متحولاً من حالة السيولة الأصلية التى كان عليها. وقد ذكر فى مخطوطته الأصلية عمرًا أكبر للأرض على أنه ثلاثة ملايين سنة، ولكنه لم يجرؤ على الإفصاح بذلك، والوقوف أمام سلطة الكنيسة، وقد كان بافون فى حاجة للحماية التى وجدها من الملك لويس الخامس عشر.

ولم يكن مفاجئًا أن أصبحت نظرية الأرض ويجب ألا نندهش فور وفاة هتون عام ١٧٩٧ هدفًا للهجوم الحاد من رجال الدين المسيحى خاصة. عندما اقترب عصر النهضة الأسكتلندى من نهايته وهددت الخلافات الدينية بإخماد ما تبصر به، وفى استعادة الماضى، فمن المذهل أن ندرك أن مساحة الفرصة أمام إرساء الجيولوجيا كانت بسيطة ونحن ندين كثيرًا للمناخ الفكرى فى إدنبرة، حيث لم يضطر هتون للانشغال بالعقائد الدينية فى عصره. وكانت النهضة الأسكتلندية هى الملاذ الفكرى الذى مكّن هتون من تتبع نوازعه الخاصة. وفى هذه الآونة يميل المستنيرون للنظر إلى الدور الذى لعبته الكنيسة فى أمور تتسم بالجور والانفعالية، وأنا شخصيا أشعر بأنهم لم يدركوا بشكل كافٍ ما هو كان مطروحًا على المحك.

أولاً:- وبشعور عام، يجب على المرء أن يقر بأن الأديان التوحيدية تشكل حجابًا واقيًا يحمى ملايين البشر من الخوف المستمر الذى تثيره الرؤية العالمية التى تسبق مركزية الأرض والروح واهتمامها الاستحواذى بالوجود واللاهوت المتقلب.

ثانيًا: يجب ألا ينسى المرء أن الكنيسة بالنسبة لأغلبية الشعوب فى أوروبا كانت المؤسسة الوحيدة التى تعطى لحياتهم معنى. وقد اعتبر علم اللاهوت أن كل جزء من العالم الحقيقى هو عامل فى خلق الإله المقدس. وما فعله هتون هو تجاهله لهذا النظام الإلهى للأشياء ودراسة الصخور بنظامها الخاص، وبالنسبة للكنيسة كان ذلك يصل لمرتبة انتهاك للغموض الإلهى، ولحب الله لهذا العالم. وكذلك فك للرباط المقدس الذى حفظ العالم متماسكًا. وفى هذه الأيام كان مبدأ الطرد من هذا النظام الرئيسى مشكلة مريعة، وبالفعل كان كل زعماء عصر النهضة بمن فيهم العلماء والفلاسفة على غرار نيوتن من المسيحيين المخلصين.

وبالنظر إلى عمق الزمن، ابتعد هتون كثيرًا، ولابد من أن وضعه الذى كان شديد الحساسية قد أضاف إليه الإحساس السامى الذى شعر به.

ومقارنتى اكتشاف هتون بانتهاك النظام الإلهى مخترقًا كل الحقائق التى قدَّرها الإله نفسه، قد تساعد أيضًا فى فهم الكراهية العميقة للعلوم والتكنولوجيا التى يشعر بها المتدينون اليوم، ولافارق مع زمن هتون فى أننا أصبحنا أكثر اعتمادًا وبلا حدود على العلوم والتكنولوجيا. ونظرًا لأن الثورة الصناعية كانت فى مهدها فى القرن التاسع عشر، لذلك كان من الصعوبة تجاهلها إذا ما قورن ذلك بوقتنا الحاضر، حيث يتم تجاهل العقائد الدينية السائدة. واليوم يقوم الإنتاج البشرى والنقل والرعاية الطبية والاتصالات على أساس الاكتشافات العلمية بشكل كبير، ولا يمكن للأرض أن تدعم كل هؤلاء البشر بدونها. ومن السخرية الاعتقاد بأن أسامة بن لادن عندما كان يرسل إحدى رسائله المسجلة للعالم، فإنه بذلك يكون قد كرم طوعًا أو كرهًا، نظرية الميكانيكا الكمية. ومن هنا ينهض العديد من التيارات اللاهوتية اليوم للبحث عن أنواع من المواءمة بين عقيدتهم ومتطلبات المجتمع الحديث.

هل كانت جيولوجيا هتون أمرًا واقعًا ودنيويًا كما هى لدى العديد من الجيولوجيين اليوم؟ بالطبع لا. فقد كان هتون ربوبيًا. وعلى الرغم من عدم اهتمامه

بقصص الإنجيل، فإنه مازال يؤمن بأنه فى الماضى البعيد قام الإله بخلق المخلوقات بإبداع شديد، حتى إنه منذ النشأة الأولى يمكن لجلاله أن يتركها لإرادتها بدون أى تدخل لاحق. والتضاد بين الربوبية والعقيدة الإكليريكية السائدة يعد صارخًا، فالكنيسة تؤكد تدخل الإله وإن كان قد عرَّف نفسه من خلال الإنجيل. أما الربوبية على الصعيد الآخر فتبقى قدرًا للاهوت الطبيعى بمعنى أن الطبيعة هى مفتاح التعرف على حكمة الآلهة وليس الإنجيل. فى أثناء ذلك كان هتون مزارعًا وأثار اهتمامه الجيولوجى بصفة خاصة مشكلة كيفية تجديد الأراضى الزراعية لنفسها. وقد شهد كيف أن القوى الظاهرة السيئة المسببة للتآكل تأتى بصفة مستمرة بإمدادات جديدة من التربة الخصبة للسطح، وهكذا فبالنسبة له أصبحت دورة الصخور جزءًا من الخطة الإلهية مع الطبيعة. وكانت الطبيعة طريقا للحكمة الإلهية العظيمة، كل شىء له غرض، وكل شىء لم يخلق باطلا، حتى لو ظلت الحكمة من ورائه غير واضحة وغامضة لنا نحن الزائلون. وهكذا كان بدء الربوبية وكذلك روح العلم الحديث وراء ميلاد الجيولوجيا. ويعد نثر هتون كقصيدة سرمدية للخالق ما يجعلها صعبة القراءة منا. وعقب وفاته بخمسة أعوام نشر حديثه الشاب جون بلايفير فى عام ١٧٩٧ ملخصا لأفكاره بعيدًا عن اللون الدينى. فقد أدرك بلايفير أن المعالجة الموضوعية فقط هى القادرة على إنقاذ النظرية من خطر النسيان، وقد استغرق الأمر عدة عقود قبل أن يدرك الجيولوجى تشارلز ليل الأهمية الكبيرة لأعمال هتون وإتاحتها لصالح جمهور عريض.

ويشير التاريخ الشخصى لهتون إلى مدى صعوبة إقناع العقل البشرى بالتوافق مع الواقع. وفيما يخص الجيولوجيا فقد اتخذ الخطوة الأولى على الطريق الذى مازلنا نهتدى به ونتبعه. ويعد أثر نظرية هتون على الرؤية العالمية مذهلاً، فكما يقول جون بلايفير فى كلماته، فإن العقل ينمو بسرعة مع القصة التى يستنبطها من الصخور. وحقا فإنها تشير إلى واقع وحقيقة لا يدركها عالمنا كحقيقة، ولكن لا يمكن فهمها على الفور

ويصعب تخيلها. وعندما نجعلها مفهومة نبدأ فى إدراك الحقيقة بأن وجودنا عبثى وأن دلائل الواقع اليومى صادمة. وكان لهتون وأصدقائه تجربة سامية فى ذلك اليوم فى سيكار بوينت لا تختلف عن تجربة الصياد الناجى التى واجهها فى الدوامة النرويجية أو تجربة رواد الفضاء فى أبوللو ٨، عندما داروا حول القمر بكل شجاعة والتحدى للنواميس السماوية العلوية. هؤلاء الجيولوجيون الأوائل حدقوا داخل العاصفة العملاقة للأرض.

ولقرون عدة كان يتم اعتبار تفسير هتون لسيكار بوينت ونظريته الخاصة بدورة الصخور أعظم إنجازاته للجيولوجيا. وتم نسيان أحد الأبعاد ولم تظهر سوى منذ أعوام قليلة ماضية. ففى مطبوعة عام ١٧٩٥، ادعى أن الأرض حية ويمكن مقارنتها بحيوان عملاق، وعلى ذلك فإن الطريقة المناسبة لدراسة هذا الكوكب هى الفسيولوجيا، وهو المجال الذى انشغل به خلال إقامته فى جامعه ليدن. وهذا البيان لايتفق نهائيا مع علم الجيولوجيا، حيث يأتى تحت الرؤية العالمية الحديثة. ومن المدهش أن ندرك أنها تلخص باقتدار الرؤية السامية للأرض، حيث ظهرت تقريبًا بعد قرنين من الزمان وطالعتنا لكوكبنا للمرة الأولى من الفضاء السحيق.

ب - الجيولوجيا، الأسطورة والفنون فى القرن التاسع عشر

يبدو أن الأمر صعب التصديق، ولكن من خلال جزء كبير من القرن التاسع عشر كانت الجيولوجيا أكثر العلوم جاذبية وأشهرها فى الوجود. وتشير ريبكا بيدل التى وضعت كتابًا لا يُنسى عن هذا الموضوع أن مثل هذا الولع بها استمر منذ عام ١٨٢٥ حتى عام ١٨٧٥ فى الولايات المتحدة، وبدأ إلى حد ما مبكرًا فى أوروبا، وخرج الأثرياء الأمريكيون فى رحلات لجمع المعادن والحفريات للتفاخر بها أمام ضيوفهم بالمنازل، وإنك لتسمع فى كل أرجاء الحقل صوت دق بالشاكوش. ولا يتعين

أن تكون مليونيرًا حتى تتحمس للصخور، وعندما كان جيولوجيون مشهورون مثل لويس أجاسيز أو تشارلز ليل يلقون محاضرة فى مدن متوسطة الحجم بالولايات المتحدة، كانوا يتوقعون حضور جمع مهيب من ثلاثة آلاف شخص فى أبهى حللهم من كل طبقات السكان، وكان يتم اختيار الأبحاث الجيولوجية بحرص. وتمتع المجتمع الجيولوجى بأوقات ذهبية، وهناك مزيج نادر من عوامل مختلفة كان مسئولاً عن هذه الشهرة العريضة للجيولوجيا. وفى المقام الأول تم استيعاب رسالة هتون بأن الصخور تقص روايات رائعة على مستوى كبير. وعلى نقيض البيولوجيا فى تلك الأيام، كانت الجيولوجيا علمًا من علوم التاريخ، وكان من الممكن جمع النباتات والحيوانات والولع بها وتصنيفها، حيث إن معظم الناس اعتبروا نظرية داروين للنشوء نظرية بعيدة عن الأخذ بها بجدية. وعلى العكس، فالصخور مرتبطة بأحداث درامية من الماضى البعيد، وهذا الاهتمام أيضًا له صبغة دينية، فقصة الخليقة فى الإنجيل توجد بعقل كل شخص، ولكنها لم تبين بالتفصيل كيف نظَّم الخالق العظيم هذا العالم بإبداع بحكمته اللامحدودة. وللمزيد من المعلومات يمكنك استشارة جيولوجى. وفى كلمات لويس أجاسيز فإن هذا الفرع من العلوم أتاح الفرصة لتعرف أفكار الإله نفسه "الموعظة فى الحجر" كان هذا تعبيرًا مناسبًا، وهكذا فالجيولوجيون يمكن أن يوظفوا أعمالهم لخدمة الدين على الأقل فى الأيام الأولى من هذه الفترة، ولاحقًا بدأ الناس فى إدراك التباين بين النظرية الجيولوجية وقصة الخلق، فقد رأى البعض ذلك بمثابة صِدَام مع الجيولوجيا، فى حين رآه آخرون يعُمّق من ولعهم بهذا العلم الجديد. ومهما كانت النتيجة لهذا القرار فإن العلوم وعلم اللاهوت كانا ومازالا مرتبطين جيدًا فى تلك الأيام. وكانت ومازالت هناك أيضًا قضايا أخرى لصالح الجيولوجيا. إحداها السياحة، فأصبحت الرحلات الجيولوجية مشهورة كعملية ترقية وتثقيف. وهناك أيضًا سبب اقتصادى، فالعديد من الأمريكيين يحلمون بأشياء لم تُكتشف بعد، وتنتظر تحت الأرض لاستغلالها. وقد تقدم الجيولوجيا نوعًا من الفهم الذى قد يساعدهم فى

جمع هذه الثروات. ولكن أهم الدوافع والمحفزات هو ظهور القومية. بل وأكثر مما هو الحال عليه اليوم، فقد كانت أمريكا حينها قارة جديدة لا تقوى على التفاخر بحضارة قديمة مناسبة. فالأمريكيون الذين يرغبون فى اكتشاف جذورهم كان عليهم الذهاب إلى العالم القديم - أوروبا. فهناك يمكنهم أن يجدوا الفنون والثقافة بوفرة بالإضافة إلى أطلال الآثار الرومانية واليونانية. ولكن بالنسبة للجيولوجى الإنجليزى تشارلز ليل فقد وجد أن هذا التواضع الأمريكى فى غير محله، وهو يقول أن ما أسماه الأوروبيون بكياسة بالعالم الجديد، كان فى الحقيقة العالم القديم. وقال إنه فى الوقت الذى كانت فيه أوروبا مازالت مغمورة تحت المحيط، كانت أمريكا طافية فوق الأمواج لمدة طويلة، فبأى تاريخ مهيب يمكن لهذه الأمة الكبيرة التفاخر بأوديتها وأحجارها الصفراء وصحرائها وسلاسل جبالها!

ألم تكن الأشجار الصنوبرية متوسطة الحجم أقدم من المسيح طفلاً؟ هذه الرسالة كانت كالموسيقى فى آذان الأمريكيين وكان وقت بناء الأمة عندما استوجب الأمر بث الروح فى هذه الأرض الجديدة - متناهية القدم.

فإذا استطاعت الجيولوجيا تحريك مثل هذه الأوتار الحساسة فى المجتمع الأمريكى، فلا يمكن أن يبقى الفن بعيدًا، فبدأ العديد من الرسامين فى ملاحظة المعجزات الجيولوجية بأعينهم وتحويلها إلى لوحات. وقد اقتدوا بتعليمات جيولوجيين محنكين، وتعرفوا على أحدث ما تم التبصر به. ولم يمكنهم ذلك من الانطلاق فى طريقهم إلى وجدان الصفوة وتحسين وضعهم فى المجتمع فقط، بل حقق أيضًا الشعور العميق بالمثالية لتعزيز الصحوة العامة، وكانت النتيجة مزيجًا رائعًا من المذهب الطبيعى شديد الحرص والعِظات الدينية والعلوم والأسطورة. وقد أدرك هؤلاء الرسامون الأعمال العظيمة لله فى الطبيعة وتفاخروا بإعادة إنتاج الواقع بصدق قدر المستطاع. ولكن ما ظهر للوهلة الأولى وكأنه نسخة من الواقع، تحول ليُصبح مُرتَبا

بعناية، وكانت كل هذه الرسوم تُعَد دلائل لأدق التفاصيل. حيث اعتقدوا في السلطة العليا للديناميكيات، وهي القصة السامية للصخور. وأكثر من أى شيء آخر كانت الجيولوجيا قادرة على إظهار حكمة الخالق في النشوء الأبدى والفناء وهو ما يُعطى لوجودنا معنى.

وهكذا فإن الرؤية الشمولية لتوماس كول وفريدريك تشيرش و توماس موران قد أضافت بُعْدًا إلهيا للمناظر الطبيعية الأمريكية وبقصصهم الرمزية الوطنية الغزيرة والمراجع الروحية، حيث كان لابد لهم من التأثير على المُشاهِد وإقناعه بعدم أهمية وجوده وبانخراطه واندماجه في التطور الكبير لموطن الآباء. وعلى النقيض، ركز أشر دوراند على قوة الأشياء الصغيرة، فالوادى الجميل الذى يُزين جدولاً صافيا كالبللور (الكرستال) والحصوات التى شكلتها قوى المياه الضعيفة، والتنامى المفرط وازدهار حياة جديدة بين الخضرة، وتلك الأشعة الشمسية الصافية التى تُنير ما بين الأشجار، كل هذا دعا قاطنى المدينة الذين لا يهدون إلى طلب الغفران وقربهم من الله.

صورة لدورة الصخور

وأخص نفسى فى مثال واحد، كما لو كنت من المشهيات، لهذا الفن الروحى الجيولوجى للمناظر الطبيعة، فقد اخترت لوحة *Cotopaxi* التى قام بعملها فريدريك تشيرش عام ١٨٦٢ وتَبَعْتُ التفسير الموثَّق فى كتاب ريبكابيدل (اللوحة ٢ - شكل ١) وتم تلوين الصورة الزيتية فى أدنى أوقات الحرب الأهلية وقبل النصر النهائى، كان تشيرش من أتباع الاتحاد، وبهذا الرسم أراد أن يُعلم جماهيرالعامة فى نيويورك. ونحن نرى القوى العملاقة لدورة الصخور فى عملها فى هذه الصورة السامية للبركان الإكوادورى الثائر. وكأن سيكار بوينت، وهتون قد عادا للحياة. ويسبب الفرن الكائن فى عمق الأرض على هذا الكوكب ويلفظ تجمعات بركانية عملاقة ودخانًا

أسود كبريتيا إلى الجو، ويحيط بالبركان المرئى عن بُعد سهل من الحمم الضخمة، مزروعًا، ومجزّا بعدة أنهار.

وقوى عوامل التجوية والتعرية التى تعمل هنا تبلغ ذروتها عند الشلال والأرض الخصبة حيث تنمو الأشجار فى الجهة الأمامية إلى الشمالية، وعلى اليمين نلاحظ حائطًا من الرواسب الطبقية يعترضها النهر. وهكذا فكل عناصر دورة الصخور قد تم تصويرها فى هذه اللوحة.

وفى هذا اللون الأحمر الدموى للشمس والبحيرة الذى سببته سحب الدخان الأسود، ندرك القوى الكبيرة المسببة لهذه الظواهر. ولكن اللوحة لاتؤدى فقط لاستثارة مخاوف اللحظة، فنحن نرى أيضًا كيف أن شروق الشمس يخترق الظلام، ويصبغ السماء بلون أزرق ويغذى قوى الحياة الواهنة - النصر قريب - هذا هو الوعد فستحيا الأمة من خلال هذه المحنة وفى القريب ستبدأ حياة جديدة. والمجاز بدورة الصخور يعطى ألوانًا عميقة لهذه الرسالة. فهنا أيضًا يلعب العنف دوره، وهذا جزء من حكمة الله فى خلقه وهو اللازم لاستمرارية الحياة، والتضحيات الكبرى ليست موجودة للاشىء، ولكنها جزء من خطة الله، فهم يحررون الشعب الأمريكى من خطاياه ويقتحمون الطريق لبداية جديدة.

إلا أن هذا التضافر الحميم بين العلوم والفنون والدين والأيديولوجيا لم يستطع الاستمرار طويلاً، فحول عام ١٨٧٥ جاء الحد الفاصل، وبادر فريدريك تشيرش بالفعل إلى التخلى عن كل التفسير الأدبى لكلمات الإنجيل، ولم تكن قصة النشوء بالنسبة له مقالاً علميا على الإطلاق. فلماذا يزعج الله موسى على الجبل برؤية ومعرفة تاريخ الأرض؟ كل ما أراده الله كان إظهار نواياه مع بنى إسرائيل. ولذا فقد دعم القصة فى عملية الخلق فى ستة أيام. وبعد ذلك بكثير يمكننا أن نقرأ القصة كاملة، وبراحتنا من الصخور. ولهذا الغرض حفظ الله لنا الأرشيف الطبيعى، ففى تلك الأيام كان تشيرش وحلفاؤه مازالوا يجهلون نظرية النشوء لداروين.

وكانت فكرة نشوء الإنسانية من حيوانات أدنى بطريقة طبيعية فكرة بغيضة بالنسبة لهم، وبعيدًا عن هذه المحاولة المتأنية، يوجد القليل من كلمات الإنجيل، وكانت هناك أيضًا مقاومة لهذا الدمج الإجبارى بين العلم والدين. وعلى سبيل المثال اعتقد بادن باول، المعروف بأنه مؤسس الكشّافة بوجوب منح الجيولوجيين الحرية لتطوير علومهم بدون تبرير نتائجهم على ضوء دينى. ولكن بالنسبة لفريدريك تشيرش كان ذلك يدفع بالأمور بعيدًا.

الانشقاق

يرجع السبب فى هذه الفرقة بين الدين والفن والجيولوجيا أخيرًا إلى ما طرأ من التزيّد والمغالاة فى الحرفية فى هذا العلم، وقد تسارعت الاكتشافات على مستوى أعلى من مستوى استعداد العامة وقدرتهم على مواكبتها. اقتصر الجيولوجيون على مناقشة بعضهم بعضًا وأصبحت لغتهم صعبة الفهم. وجاءت الصحف المهنية المتخصصة، وتعيّن على الناس الدخول فى تدريب متخصص إذا أرادوا أن يؤخذ بما يقولون وما يسمعون على محمل الجد. وتم القضاء على الفن كوسيلة للتواصل الجيولوجى. وأصبحت الملاحظة الموضوعية المحايدة معيارًا، وأصبح لدى الجيولوجيين ثقة أكبر فى التصوير الفوتوغرافى، ومنحنى أجهزة القياس. ولهذا السبب أيضًا فقدت الصفوة العلمانية الأمريكية اهتمامها. وفى هذا الوقت استعادوا ثقتهم الكبيرة بالنفس وزاد توجههم إلى أوروبا. وبدأ الفنانون التركيز على الخبرة الذاتية الانطباعية والتجريد.

وعملت الجيولوجيا على توخى مصالحها. وهذه الإمكانية الاقتصادية لهذا المجال خاصة فى الاستغلال والبحث عن المواد الخام، أصبحت فى المقدمة كقوى دافعة رئيسية لمزيد من التنمية لها. ومنذ ذلك الوقت وحتى الآن يضفى دمج الصناعة فى العلم قوة عليه، وتراجعت العوامل الدينية والسياحية والقومية للوراء كآثار من

الماضى وتم توفير التمويل الكبير للبحث والتنمية المستقبلية، أما القدرات الجيولوجية فقد خلقت لتحصيل العلوم البحتة والتعليم المهنى للعاملين فى مجال الجيولوجيا.

وهذه الروابط المتينة بين العلم والصناعة، دفعت بسفينة التكنولوجيا كى تبحر فى مياه مختلفة. وكانت المصالح الضخمة على المحك، وكان يمكن أن يصدر عن الأحكام الخاطئة انعكاسات مالية مهمة. وبالطبع لايمكن أن نتحاشى الأخطاء، فكل العلوم لا تتقدم سوى من خلال التجربة والخطأ. ولكن منذ هذا الحين فصاعدا وضعت الجيولوجيا تحت نظام قاسٍ، حيث كان يتعين اختبار كل الأفكار بشدة قبل إعلانها وتطبيقها، وانتهى زمن التكهن المنطلق بلا حدود. وتم السماح باستمرار المناقشات حول المضامين الأيديولوجية والدينية إلا أنه تم إقصاؤها عن الأنشطة الرئيسية للجيولوجيين. وهكذا تحت تأثير الضغوط الاقتصادية وتحرير الجيولوجيا، وهذا المستوى من الانفصال الذى استطاعت أن تدرك العلوم من خلاله موضوعها، جعلها حرة فى المضى قدما وبخطوات واسعة.

بوفارد وبيكوشيت

على الرغم من أن كتاب ريبكا بيدل وما فيه من نص جيد ورسوم توضيحية غزيرة، قد أغرانى بتركيز هذه المناقشة حول الجيولوجيا فى أمريكا خلال القرن التاسع عشر، فإنها تبقى كرسالة نمطية للدكتوراه ونموذجًا من النوع الذى لا يثير الكثير من الجدال الذى يعد سمة من سمات الأكاديميين هذه الأيام. وعلينا أن ننقب فى المادة التوضيحية من الزمن الماضى للتوصل إلى تحليل أعمق لمزيج القرن التاسع عشر من العلم والخرافة، ونقدم تحليلاً لا يدعو لأى شك حول نوايا هذا الكتاب الذى تقرأه. وأشير إلى "بوفارد وبيكوشيت" وهى الرواية الأخيرة التى لم تنته والتى كتبها الكاتب الفرنسى العظيم جوستاف فلوبير.

وكما يحدث فإن التطورات بأمريكا التى وصفتها منذ قليل، نجد لها نظيرًا مماثلاً على الجانب الآخر من الأطلنطى. ففى زمن فلوبير فى الفترة من عام ١٨٢١ حتى عام ١٨٨٠ التى تتواكب مع الفترة التى تمتعت فيها العلوم والجيولوجيا بالذات بموجة غير عادية من الشعبية، وقصة انشغاله العلمى، إنما تعكس نفس التغيرات فى إدراك وفهم ماذكرته آنفا. وقد تميز أسلوبه بأنه خليط من الواقع والرومانسية متعرضًا بحيادية لأعمق المشاعر الحميمة. وخرجت أكثر أعماله شهرة وهى رواية مدام بوفارى، فى لون من التفاصيل شديدة الحساسية والإتقان التى تفتننا كثيرًا، إلى الحد الذى نفقد فيه أنفسنا فى عالم الهذيان داخل عقولنا بحساسية مفرطة، بل ولدرجة المشاركة فى نهايتها التراجيدية. وتجسد روايات فلوبير التوتر المعقد بين العلم والأسطورة وهو ما أناقشه على مدار هذا الكتاب - وتعرض بشكل درامى التجرد والحيادية مما يمكن معه تعميق قوة العاطفة. وكما تبين كلودين كوهين فى تحليلها الراجح فإن "بوفارد وبيكوشيت يعيدان كتابة العلوم" (١٩٩٨ و٨-٣٧ و*Aliage*)، فإن فلوبير قد شارك فى بث الثقة العامة بالعلوم بفضل دقته، وآمن بأن العلم يجب أن يكون مبدأ فى الأدب. ولكن فى أواخر أيامه تبخر هذا الإيمان، بل وملأه الشعور بالاشمئزاز وعدم الراحة. وكان هذا هو الوقت الذى انفصل فيه العلم عن الأسطورة فى الجيولوجيا الأمريكية. وكانت رواية فلوبير قد صدرت فى الفترة منذ عام ١٨٤٠ إلى ١٨٥٠. وكان ذلك فى ذروة الاهتمام العام بالعلوم، ويمثل بوفارد وبيكوشيت فى القرن التاسع عشر آلات الطباعة حيث قضيا أيامهما فى نسخ الوثائق التى يغطيها التراب فى المكاتب المظلمة بباريس، وبعدها يعطيهما التراث ممارسة ما كانا يتوقان دائمًا لعمله والوصول له: أن يصبحا عالمين راقيين حقيقيين واستقرا فى ريف نورماندى- وهو ما يراه فلوبير أوج الريف - وأسسا شبكة تعليمية للهواة حول البلاد وناقشا أبحاثهما على ضوء الكتب العلمية العامة. وقد جمعا مجموعات من كل الموضوعات التى تلفت النظر وقاما بأكثر التجارب أهمية، وتفحصا الريف حولهما

وتناقشا فى المعرفة الواسعة مع مواطنى القرية البارزين. وتعد قصة البدين والنحيف "بوفار وبيكوشيت" رؤية كوميدية لفلوبير مثل أوليفرهاردى وستان لوريل. فكل ما يقومان به تكون نهايته كارثية. وأقل إحباطًا يجعلهما يتخذان قرارهما بالتحول إلى حقل آخر للمعرفة. وقائمة انشغالاتهما لا تنتهى فى الزراعة، وحفظ الأغذية، والكيمياء، والطب، والبيولوجيا، والجيولوجيا، والآثار، والهندسة المعمارية، والأدب، واللاهوت. وهكذا فكل ما مرت علينا من معلومات وملاحظات ستكون موسوعة لاحقًا، يتم من خلالها اطلاعنا على حقول العلم المعاصر، ولكنها فى صورة عامية دارجة.

ويجب علينا ألا نندهش لاحتلال الجيولوجيا والباليتنولوجيا مكانة بارزة فى الكتاب. فلبعض الوقت يدخل بوفارد وبيكوشيت فى الأدب الجيولوجى، ولكنهما يخلطان النصوص مع الوثائق العتيقة ويضعان كل ثقتهما فى الأدب الشعبى، ويصبحان غير ملوثين بهذه الثروة الخيالية من الأفكار المتناقضة. فالتحديد والمآسى عند كوفير تأتى على النقيض من النظريات التحولية عند ليل ولامارك، والنبتونية على نقيض البلوتونية. وكل المناظرات السائدة فى تلك الأيام كانت تتردد فى عقولهما المعذبة. وليتمكنا من إيجاد الإجابات النهائية بأنفسهما، فقد كانا يقومان بمغامرات فى مجال عملهما باحثين عن الحفريات والمعادن ودلائل أخرى. وبسعادة ساخرة ينسخ فلوبير تقريبًا كتابًا إرشاديا عن الكيفية التى يجب أن يكون عليها الجيولوجى فى حقل عمله، من لباسه إلى تصرفاته، فنحن نرى أبطالنا يحومون حول سواحل نورماندى ويبدون مثل خيال المآتة حاملين جرابًا للأدوات وشواكيش وأزاميل وملفات وكماشات تخرج من كل اتجاه وبوفارد مسلح بشمسية ذات فروع متعددة فى حين أن بيكوشيت يحمل عمودًا طوله ٦ أقدام ليستند عليه.

وفى يوم كئيب بينما هما يسيران على طول الشاطئ تحت المنحدر الصخرى الأبيض فى أتريتات، وكانا يتناقشان عن مدى فظاعة الكوارث الدورية التى تبتلى الأرض بها، والتى تأتى فجأة لتقطع وتنهى هذه الفترات الطويلة من الاستقرار والازدهار. وفجأة صرف بوفارد خياله وأصبح مأخوذًا بنوبة حقيقية من القلق تجاه العالم، فلنفترض أن نورماندى أو حتى أوروبا كلها بلعتها النيران المركزية للأرض؟ أو اجتاحها وابل من الحصى يأتى من المنحدرات فيخيفه ليفقد صوابه، ويرتطم فاقدًا شمسيته المتعددة الفروع وجرابه المتفخ يتخبط وراء ظهره، ويعدو مثل سلحفاة ذات أجنحة بين الصخور، ويصرخ بيكوشيت: قف، قف! إن عصرنا لم ينته إلا أن بوفارد قد اختفى عن البصر. ويبدأ بيكوشيت بتسلق المنحدرات ليجد صديقه، ولكن أصاب رأسه الدوار لأول وهلة من الكارثة، للدرجة التى يمكن معها أن يتخلى عن كل أدواته ويزحف إلى بر الأمان على يديه وركبتيه. وعقب عثورهما على بعضهما البعض بفترة وجيزة وبكامل عافيتهما، وقعت عيونهما على مقال بإحدى الصحف يشير إلى أنه فى غضون هذا الوقت تم البعد عن نظرية كوفيير الخاصة بالكوارث واستبعادها، وأن التغيرات التى تؤثر فى الأرض لابد وأن تأتى تدريجيا، وعلى الرغم من أن هذه الرسالة تأتى براحة كبيرة، فإن الإطاحة بعرش كوفيير الذى يعدونه بطلاً جيولوجيا متقدًا يبعث على الإحباط بشكل كبير. وقد قررا أن هذا غير كافٍ، فإذا كان علم الجيولوجيا لا يُعتمد عليه فعليهم أن يعملوا شيئا آخر. وفى الفصل التالى يجدون أنفسهم علماء آثار.

وبكل وضوح فإن ما يظهره فلوبير فى هذا الكتاب هو إنتاج لكل التحالف السهل بين العلم والأسطورة. وخلال نصف قرن من تدخل العامة فى أمور العلم، كانت العواقب والمضار السلبية أكبر من الإيجابية - مما عرض المغامرة كلها للخطر، فرحلات بوفارد وبيكوشيت تحول الموسوعة الرائعة من الاستنارة إلى كاريكاتير، وأبطالنا يدخلون فى ذكريات شعرية وردية من التاريخ الجيولوجى، فى وقت كانت العلوم فيه فى أولى خطواتها المترددة تجاه تفسير سجل الصخور. وهذا التكاثر غير

المحصن للأسطورة يصوّر العلوم فى شكل أحمق، ويقوض من وضعها الاجتماعى. وهذا كما أرى هو السبب الرئيسى لنهاية شعبية الجيولوجيا المفاجئة فى عام ١٨٧٠.

وبالنسبة للقارئ اليوم، فإن التكرار المتناهى للرؤى العلمية الظاهرية والأوهام تجعل من كتاب فلوبير وثيقة أكثر مللاً. ويتعجب المرء من السبب الذى يدعو واحدًا من أعظم العقول فى عالم الأدب، لقضاء عشر سنوات من حياته فى جمع الوثائق الضخمة، حول ما يبدو الآن كمحاكاة ساخرة ضعيفة، ورغم ذلك فعلينا ألا ننسى أن فلوبير فى هذا الكتاب يقدم رؤية شاملة لكل الموضوعات الرئيسية فى وقته والأفكار التى كثيرًا ما دارت حولها نقاشات عامة على مستوى واسع بالنسبة لمعاصريه. كذلك فإن هذا العمل لابد أنه كان أكثر من مزاح ساخر، وأيضا كان دشًا باردًا وضربة خطيرة لإيمانهم الراسخ العميق.

ولذا فلا يوجد لدى أدنى شك أن طموح بوفارد وبيكوشيت قد ذهب لما وراء السخرية البحتة للهواة. وهذا الكتاب يعكس مدى الإحباط الذى عانى منه أحد أعظم المفكرين فى القرن التاسع عشر. فقد آمن طوال حياته بالعلم والتقدم، ولكنه الآن يعترف بأنه كان ضحية الوهم. وهذا الكتاب ملىء بالمرارة والاحتقار والسخرية إزاء المشروع العلمى بأكمله. وعندما رأى النور بعد سنوات طويلة من وفاة فلوبير كانت ردود الأفعال فاترة. ربما كانت المواجهة شديدة الألم إلى حد ما! وعليه، فماذا يمكن أن تكون تلك الصلة بين بوفارد وبيكوشيت وبيننا نحن المستنيرين من مواطنى القرن الحادى والعشرين؟ فلحسن حظنا أن الرباط بين العلم والخرافة فى القرن التاسع عشر قد انفصل تاركا الفرصة للبحث فى التقدم بحرية. وفيما حولنا، نرى النتائج المذهلة الناجمة عن هذه الجهود الحثيثة. نحن مغمورون فى مكان متوسط بين العلم والتكنولوجيا وهو شديد التعقيد بشكل غير مسبوق، مما لا يترك أى مساحة لارتباك فلوبير. وهذا ما يبدو على الأقل، وكلما نتوغل فى أسطورة التقدم والنمو،

يظهر هذا العلم تهديدات غير معروفة فى أيام فلوبير، وأشير إلى أسباب القلق العالمى، وهذا الخوف العميق، من العيش فى كوكب لايمكن التحكم فى التغيرات التى تطرأ عليه. وأكثر من ذى قبل فنحن نتشوق للتوجيه والأسطورة. إلا أنه عند استكشاف مدى الراحة التى تأتى من النظرة المابعدية للعلوم، كما أفعل أنا فى هذا الكتاب، فنحن نحفظ جيدًا التحذير الذى أطلقه بوفارد وبيكوشيت فى خلفية أذهاننا. والقصة العظيمة لكوكبنا التى تبدو وكأنها أتت من الاستقصاءات التفصيلية غير المحدودة لنظم متعددة قد تكون مجرد فبركة غادرة، والعزاء الذى يبدو فيها قد يكون نتاج التعلّل بالأمنيات.

فهل تم الاحتيال علينا فى جولة جديدة من علم الأساطير الخاطئ؟ من المبكر جدا قول ذلك. ولمساعدتك على التفكير فى هذه المسألة، أقترح التجربة. ففى الفصل الخامس سأناقش تاريخ الحجر الجيرى، وهو موضوع متخم بالمعانى الأسطورية انظر أيضًا الفصل الثامن. فقد قضيت الكثير من حياتى العملية فى جمع هذه القصص معًا، وفى نهاية الكتاب فى الجزء المتضمن للتعليقات والملاحظات والمزيد من القراءات، سألقى الضوء على القليل من الشكوك ذات الأولوية. وكما سنرى فإن قصة الحجر الجيرى ليست جزءا من العلوم الراسخة التى يمكن بناؤها بثقة. وعلى الرغم من أنها تشرح كثيرًا من الملاحظات التى قمت بها على مدار الأعوام، فإن هناك أسئلة جوهرية ظلت دون إجابة. وقد ينظر المرء إليها كمجموعة من الفرضيات والمنطلقات لمزيد من الأبحاث. وكل أملى أن يأخذ علماء آخرون على عاتقهم هذا التحدى حتى يمكن تحديث القصة وتأسيس مضمونها الأسطورى بشكل أكثر حزما. ولكن يجب ألا أذهب بعيدًا عن قصتى، فبعد كل ذلك كنا نناقش العلوم وعلم الأساطير الجيولوجية فى القرن التاسع عشر. وكما رأينا انسحبت الجيولوجيا فَرضًا من المشهد الأساطيرى حتى نهاية هذه الفترة. وموضوع هذا الكتاب يهدف فى الوقت الراهن إلى إعادة تأسيس هذه العلاقة، وحتى يحدث ذلك فى كلا المجالين، العلم والأسطورة؛

يجب أن يطرأ عليها تحولات طويلة. وفيما يلي سأناقش هذه التطورات بقدر الاهتمام بعلوم الأرض. أولاً كان على الجيولوجيا تأكيد بناء نفسها كعلم مستقل، ونتيجة لذلك كان عليها أن تمر على المؤثرات التي تكسر القاعدة للرؤية العالمية السامية. والآن فقط بعد أن طرأت هذه التحولات يمكن أن تحصل العلوم على مستوى من النضج، ولكنها تبدأ بإعادة الصلة في توصيل مضمون أسطوري جديد مدهش.

جـ- الجيولوجيا سابقة للرؤية العالمية السامية

في مطلع هذا الكتاب قدمت عوالم على سطح المكتب وصورة لبروز الأرض كأيقونات لما أسميته بالحداثة والرؤية العالمية السامية. ولكن الأمثلة على البصيرة الجيولوجية لهتون في القرن التاسع عشر، تبين أن هذا الاختيار كان من جانب واحد. فكلا الرمزين لم يعودا سوى بلقطات فوتوغرافية تمثل فقط الحالة الراهنة للكوكب، في حين أن الجيولوجيا تسمح بتعميق درجة التباين نهائيا من خلال إضافة أعماق الزمن.

ويجب ألا ننسى مع ذلك، كيف كان الفهم للزمن الجيولوجي في القرن الثامن عشر والتاسع عشر غير مناسب، وقد رأى هتون تاريخ الأرض كالطاحونة مع دورة الصخور التي تلف وتدور بشكل غير متناهٍ، فور أن وضعها الخالق في وضع الحركة. وكان إلهامه ميكانيكيا في حين أن فكرة تطور الأرض الفريدة وغير المعكوسة التي تتوارد إلى عقولنا في الوقت الحالي بصورة طبيعية، لم تكن مألوفة كثيرًا بالنسبة له. وكان منهجه الذي يقوم على أن الحاضر مفتاح الماضي متوائمًا مع هذا المفهوم الخاص بالحالة الثابتة للكوكب. هناك حركة في كل مكان حولنا، إلا أن الأرض ظلت كما هي بشكل أساسي. وقد طور تشارلز ليل خليفة هتون العظيم هذه الرؤية في القرن التاسع عشر، وكان يميل أيضًا لاعتبار تاريخ الأرض هو تتابع لا ينتهي من الأشياء المختلفة حول موضوع واحد، وجوهري، كذلك فإن هتون وليل كانا يحبان النظر لتاريخ الأرض كنتيجة لتفاعل قوانين الفيزياء العكسية. وفي تفهم لم يسبقهما إليه أحد من

قبل. تـوافرت لهـؤلاء المؤسسين العظـماء للجيولوجيـا الجـرأة للنظـر فى عمـق هـذا الاضطراب العظيم لهذا الكوكب، ولكن نظرا لتـأخر الإدراك كـان مـستوى التجـرد الذى حققاه بدائيا.

ولكن كيف كانت الرؤية التى جاء بها تـشارلز دارويـن عـام ١٨٥٩ فى أصـل الأنواع أمرًا مختلفًا! أدرك داروين أن الطاحونة الدائرة بدون توقف لايمكنهـا إنتـاج مثل هذه التعقيدات الواسعة للحياة. وإذا أراد المرء تحاشى مفهوم التدخل الإلهى فإن التفسير الوحيد المتبقى كان فى أنها عملية تغيير تراكمى خطوة بخطوة. والنشوء عملية تطور (الشكل ١-١).

ولكنها ليست كعالم طاحونة هتـون وليـل، ويجـب أن أضـيف أن هـذا النتـاج للهندسة الميكانيكية ليس عادلاً فى الحكم عـلى الجـدل المحنـك لـداروين. فـربما أراد لعجلة تطوره أن تخطئ وتنتج كل أنواع الاختلافات بين الأفراد فى كـل جيـل. وهـذا الذى يتمخض عن العجلة يسمح للتنوع بالنشوء، وهكذا يمكن للانتقاء الطبيعى أن يؤثر ويقوم بعزل الكائن الحى غير المناسب. وفى واقع الأمر فإن عجلة الحياة يجـب أن تكون جيدة بالقدر الذى يسمح بحدوث تغير تراكمى فى الأجيـال المتعاقبـة. وحتـى يعمل النشوء والتطور، يجب أن تكون ذريته قادرة على الوقوف على أكتاف العمالقة.

وما ظهر من هذه الرؤى المتضادة حول التاريخ البيولوجى والجيولوجى، كـان منهجا ذا مسار مزدوج تجاه الأرض، مع وجود حياة تتطور فى وسط عـالم الطـاحون. وكان يعتقد أن تفاعل القوى الفيزيقية البحتة ينتج عنه تنوع لا نهاية له مـن الظـروف البيئية المختلفة، ودوران الكرة الأرضية ليس للحيـاة سـلطان عليـه، ولكـن يمكنهـا التأقلم معه. هذه الرؤية المهجنة عكست الميل العام للعلوم سابقة السامية، التى تفصل العلوم وتدرس الظاهرة فى معزل بعيدًا عن نسقها. ونحن ندرك الطرائق العلمية التى ظهرت فى القرن السابع عشر على يد ديكارت، وأذكر أن أسلوبه فى البحث كـان غـير واضح، وذلك عندما درست الجيولوجيا فى النصف الثانى من الخمسينيات فى القـرن العشرين قبل ظهور الرؤية العالمية السامية.

قطع وأجزاء

عندما كنت شابًا اكتشفت بالفعل أن العلم يخفى وعدًا بالسحر والأسطورة. وقد قمت بمحض الصدفة بتهشيم صخرة عادية على جانب الطريق، فإذا لدهشتى الشديدة أجد صَدَفَة بحرية جميلة تظهر أمامى. وعلى الفور أدركت أن هذه الصخرة كانت كائنًا حيا من ماضٍ بعيد وغامض، وأننى أول إنسان يراها. هذه التجربة أعادتنى لموطنى فى ومضة، وأعطانى ذلك إحساسًا غامرًا بالانتماء، وعرفت أننى جزء من عالم أكبر مما كنت أتخيله، وعقب ذلك صممت على دراسة الجيولوجيا وكنت على يقين أننى سأصبح عالمًا فى الباليانتولوجيا (علم البحث عن الحياة فى العصور الجيولوجية السالفة عن طريق دراسة الحفريات). ولكن عند وصولى للجامعة لم يكن هذا المجال هو ما كنت أتوقعه. فقد كان كل ما يهم هو تفسير الصخور فى إطار تاريخها الفيزيائى. ففى الباليانتولوجيا كانت دراسة الحفريات تقريبا شيئا ثانويا لهذا النشاط، والحفريات كانت خير معين فى تفسير السجل الجيولوجى، وذلك لأنه من الممكن استخدامها لتحديد عصر الصخور التى احتوتها وزمنها. وهكذا فقد كان على علماء الباليانتولوجيا جمع الحفريات من المواقع وتصنيفها فى المعمل (المختبر) من خلال مقارنتها مع الأنواع الموصوفة فى المطبوعات. وكانت الفكرة الأساسية نتيجة طبيعية لتطور الحياة: فكل فترة لها الكائنات الحية الخاصة بها، وهكذا بوضع مجموعتك الخاصة من الحفريات فى التصنيف المعد، يمكنك مع بعض الحظ والتوفيق أن تطابق الصخور على مقياس الزمن الجيولوجى، وبكل تأكيد فإن الجيولوجيا لم تكن لتتقدم هكذا بدون هذه الشبكة الدولية المتخصصة فى تحديد العصر الجيولوجى من دراسة الحفريات. ولكن كانت نتيجة تقسيم العمل بين الجيولوجيين والباليانتولوجيين، أنهم لم يعودوا ينظرون للصخور والحفريات كرواة للقصص، بل كأشياء حقيقية صغيرة وشائقة.

وبنظرة خاطفة لكتبى القديمة أقتنع بأن مشرط ديكارت قد مزَّق الجيولوجيا إلى مزيد من الأجزاء. وهكذا فعلى الرغم من أن المبدأ الذى يشكل أساسًا لتفسير هتون لسيكار بوينت كان لا يزال فى عنفوانه، فإن ما تبقى من فكرته العظيمة الموَّحِدة بأن الصخور التى قد أُعيد تدويرها كان قليلاً. (الشكل ٣-٢).

وقد أظهر هتون كيف أن كل الصخور المختلفة وطياتها وصدوعها (فوالقها) يمكن أن نتخيلها كمكونات من أحد النظم الفردية، ولكنه فى أيامى كانت هذه الظواهر يتم مناقشتها فى كتب منفصلة. وكانت معظم أقسام الجيولوجيا مقسمة بطريقة مماثلة. وتم تدريب الطلاب على أن يصبحوا جزءا فى واحد من هذه النظم. وأعتقد أن حظ هتون هو المسؤول عن معرفته الضئيلة، ففى أيام دراستى تراكم كم هائل من المعرفة. ولم يكن الزمن فى حينها قد نضج بشكل كافٍ ليربط كل القطع والأجزاء معًا فى مركّب واحد، إلا أننا نحن الجيولوجيين كان لنا الحظ لأننا قضينا وقتًا طويلاً فى الجبال لدراسة المواد الحقيقية وهناك اكتشفنا أن الطبيعة كانت أفضل بشكل غير محدد من كل كتبنا معًا. فالقواطيع الاصطناعية التى أعاقت عقولنا سرعان ما ذابت على مستوى الميدان، ولذلك أدركنا بالبديهة أن علمنا كان أفضل العلوم إثارة بين العلوم كلها.

وفى إحدى المناسبات تم إرسال ثلاثين منا إلى جبال شمال إسبانيا. وقسَّم الأستاذ الخريطة الطبوغرافية العادية للمنطقة إلى فُسيفساء من أماكن صغيرة وأعطى جزءًا لكل طالبين، وكان الهدف هو أن نرسم على الخريطة مكان الصخور ثم نردها إلى التاريخ الجيولوجى للمنطقة، وفى نهاية التدريب عقب ستة أسابيع، كنا نجتمع لمقارنة نتائجنا، وقد ارتعبنا حيث وجدنا أن الخرائط المتجاورة نادرًا ما تتماثل، وأن معظم ما جمعناه من تاريخ كان متنافرًا. وقد ظهر كل شىء مستقيمًا، ولكننا أصبحنا الآن على دراية بأن الصعوبة التى تقف فى تحد، هى العمل الجيولوجى اليدوى. فيجب أن تكون

قادرًا على التفكير والتخيل فى أربعة أبعاد، ثلاثة للفضاء (للفراغ) وواحدة للزمن ويمكن أن تصبح الجيولوجيا تدريبًا معيقًا للذهن، والناس نادرًا ما يدركون أن وراء كل خريطة جيولوجية تشتريها من مكتبة، يوجد العديد من الجولات التى يقوم بها جيولوجيون من ذوى الخبرة ولديهم كثير من الفكر العميق.

فإذا كان من الصعب للغاية اكتشاف حتى ولو جزءًا دقيقًا من الأرض، فما الذى نعرفه عن الكوكب ككل؟ والإجابة هى: لا شىء فعليا. فالجيولوجيا كانت علمًا يُجهل موضوعه. والعدد القليل من الجيولوجيين الذين فكروا فى الأمور الخاصة بالعالم، تم طردهم واعتبارهم شعراء متعلقين بالأرض، حيث لم يتوافر لديهم مادة لإثبات أن ما يقولونه صحيحا أو خاطئا، وكان الأمل فى أن دمج كل المعرفة الإقليمية سيساعد على ظهور الرؤية الشاملة للكوكب على أوسع مستوى بشكل فعلى تمامًا، مثلما اعتمدت العوالم ذات مرة على الخرائط الفردية.

ولكن صعوبة إضافة البعد الزمنى لديناميكية العلم، بدت غير مذللة، فما القدر الذى نعرفه عن التاريخ الجيولوجى؟ الإجابة: النزر اليسير.

وقد ركز الجيولوجيون على جزء من تاريخ الأرض بحفريات مرشدة بوضوح. فهذا يغطى الجزء الأخير فقط من الزمن الجيولوجى أى نحو الثمن وتم تجاهل الباقى كله. وتم تركه جانبًا لأنه فى غياب الحفريات كان يصعب وضع تواريخ للصخور.

فالجيولوجيا مع عدم وجود نظرية حول موضوعها، ورؤية غير مكتملة للتاريخ الخاص بالكوكب، وجيولوجيا غير متماسكة، تم فصلها إلى نظم متنامية ثابتة ومتعددة، ورؤية ذات مسار ثنائى للحياة وبيئتها، مع كل ذلك، هل هناك أى متعة لتربط نفسك بالعمل فى هذا المجال؟ دعنى أؤكد لك لقد كانت خرافية، فعندما كنا فى وسط ذلك كله، لم نلاحظ أيا من هذه العيوب، ولم نكن نعبأ بميكانيكا العالم أو تاريخ الأرض كله. وكل ما كان فى أيدينا ظل لغزًا مبهرًا، حول تاريخ الجبال فى إسبانيا

أو جبال الألب، وعن العصر الجليدى فى هولندا، أو الحفريات فى العصر الديفونى وكان تحليلى لوضع الجيولوجيا فى أواخر الخمسينيات وبداية الستينيات من القرن العشرين ليس أكثر من معلومات مدركة مؤخرا، وأكثر الأمور سخرية هو أننا لم يكن لدينا أبسط المفاهيم للثورة العظيمة التى كانت بصدد الحدوث.

الفصل الرابع

اكتشاف الأرض

أ- معجزات وتعقيدات

دعنا نفترض بأننا سرب من الملائكة يهبط على الأرض من الفضاء. فعلى مدار وقت طويل، كان لدينا القليل الذى نفعله عبر عد النجوم ومراقبة الكواكب التى تمر بنا. وبأمانة كانت الرحلة تبعث على السأم، وتتسم بالرتابة، ولكن أخيرا ها هى هناك، إنها الأرض. كان المشهد ساميًا فلأول مرة فى رحلتنا الطويلة نشعر بشغف ولهفة لمعرفة ما يدور داخل هذا المجال الملون. وقد التزمنا بالتعليمات الإلهية، وبدون تردد هبطنا وسط ساحة "دى سو ببرشلونة" فى إسبانيا أمام الكاتدرائية العتيقة. لقد كان وقت الربيع حين يُحتفى بعيد القربان، وهو اليوم الذى تقاسم فيه المسيح لحمه ودمه مع البشرية. وفى الصباح أشرقت الشمس على الميدان الذى كانت به فرقة موسيقية تعزف لحن "السردانا" واصطف الجمع فى دوائر واسعة ليرقصوا على أنغامها الشهيرة. وبالطبع فقد ظللنا غير مرئيين للبشر، ولم نلق بالاً للهوهم ولم نكترث أيضًا بالنظر إلى واجهة الكاتدرائية التى ترجع للعصر النيو - القوطى. ولم نضع وقتنا وقمنا بالطواف حول الكاتدرائية خلال الشوارع الضيقة حتى وصلنا لحديقة الدير. كانت هناك نافورة فى الوسط تزينها الزهور الملونة من أعلاها لإخمصها، وانتظرنا كبيرنا جبرائيل ليأخذ بيضة الدجاجة من تحت عباءته، وببطء شديد مثل الناسك البوذى نهض ليضع البيضة على فوهة المياه الضيقة المتدفقة من النافورة لتظل ترقص طوال

الوقت مع تيار المياه من أسفل لأعلى. وانتهت مهمتنا فقمنا بترتيل بعض الترانيم وعدنا سريعًا إلى السموات، وفى أثناء صعودنا شاهدنا التفاف الجموع حول البيضة الراقصة وقد اعتقدوا أنها معجزة وعلامة على أن الإله لا ينسى هذا العالم، وكان بين الجموع رجل وطفلة، وكان فيزيائيا متخصصًا فى ميكانيكا السوائل، وقال: لا تلق بالاً لذلك فهؤلاء الأغبياء يؤمنون بالمعجزات وأنا علمتك بأنه لا توجد معجزات، وقانون "برنولى" يفسر تلك الظاهرة. وأجاب الطفل قائلاً: إن هذا لا يجعلها تمثل أى معجزة بالنسبة لى.

وحينما تذهب إلى برشلونة لا تنسى أن تزور البيضة الراقصة فستذكرك بأنه مازال هناك معجزات على الأرض. وكلما نظرت حولك وجدت بيضًا راقصا فى كل مكان، لهبًا مُتأججة ودوامات خافقة وزوابع ذات بريق وأنهارًا متعرجة وكثبانًا رملية جميعها غير مستقرة، ويقترب من حد التفكك. وتمامًا مثلما هو الحال مع البيضة الراقصة التى تظل فى الهواء بفعل تدفق المياه، فهم أيضًا يحتاجون إلى قوة دافعة مستمرة لتحافظ على تماسكهم. قد يسهل التفسير ولكنه لن يكون مفاجئا لهم، ولو قليلاً، وكيف لا تترك البيضة المياه ولا تخرجها الرياح عن مسارها؟

إذا تصورت أن هذه الظواهر ليست معجزات كافية فيمكنك أن ترى الأشياء ونشوءها وتطورها والكائنات التى تعيش ملايين السنين وتأتى فى أعداد كبيرة وكثيفة على هذا الكوكب. نحن نعيش فى عالم المعجزات ويجب أن ندرك أن كل شىء حولنا ليس عاديا كما نعتقد ولكنه عجيب وعبثى ومحير. مرحبًا برؤية العالم من منظور رفيع. فعندما كنت صغيرًا سادت النظرة الحديثة للعالم وتم تقسيمه إلى حقيقة وعجائب. واتخذ العلم من الحقيقة ميدانًا له، وكانت وظيفته وقف كل ما هو سامٍ، وعمل على توسيع نطاقه من خلال تحويل كل ما يبدو كمعجزة عجيبة إلى منتج بسيط يخضع لقوانين الطبيعة. وهكذا استطاع أن يصل العالم الحقيقى بالتكنولوجيا والحضارة.

وكانت أرض العجائب بقايا المملكة من الأشياء التى قاومت، وكانت منتجًا من الخيال الذى كان بمرتبة دنيا عن الدين والفلسفة والأدب. وقد اختفى هذا التقسيم البسيط عند رؤية صورة فوتوغرافية للأرض عصفت بالصورة التى لدينا عن كروية الأرض. وفى لحظة تحول العالم من أرض الحقائق إلى أرض العجائب، وخلَّف الذعر والهلع توجهنا الانفصالى وتهكمنا على ثقافة قمع كل ما هو عظيم ويحظى بكل الثقة. وكانت قوة هذه الصدمة كافية لتغيير مسيرة العلم. وبدأ ذلك التناقض المعقد الدائم، وجوده بأذهاننا فى رفض تجارب كل العلوم.

وقد قضى الفيلسوف الفرنسى إدجار مورين معظم حياته فى تحليل هذه التعقيدات بكل ظواهرها من الممارسات الأساسية إلى المنظومة البيولوجية والعلاقات الإنسانية. فهو على قناعة بأن العالم الحقيقى ليس مُعقدًا فقط لأنه مُرَّكب، ولكن المطروح على المحك، هو مسألة العلاقات بين الكيانات فى العالم الحقيقى التى تتسم بالعداء، وفى الوقت نفسه بالتكامل. فالسبب والأثر متضادان، وهى فى الوقت نفسه أيضًا، على علاقة وطيدة وحميمية. العقل يفرز أفكارًا من شأنها تغيير العقل، والطبيعة تفرز الثقافة، والثقافة تغير الطبيعة. الفوضى تخلق النظام والعكس. وقد تخلق الأسطورة العِلم، ويخلق العِلم الأسطورة. وهذا التأكيد على الطبيعة المتناقضة للحقيقة هو ما يغير رؤيتنا، وفى حين أن العلم فى الرؤية الحديثة يقوم بأشياء عجيبة تبدو طبيعية من خلال تفتيتها ودراسة كل جزء على حدة، نرى العلم من وجهة النظر السامية يجعل الأشياء تبدو مُعقدة من خلال وضعها فى سياقها، بل إن عملية تبديد الخرافة نفسها وجد فيها تعقيدات، لأن إحلال الغموض من خلال فهم ما هو معلوم، يُجدد مواطن الغموض التى تستدعى التحقق. ويجب أن يقول المرء إن العديد من الإبهار فى العلم قد يأتى من الاكتشافات لمشاكل جديدة، وللتغلغل إلى أعماق تراجع المجهول، وهو ما اضطر العلماء العصريين إلى تفتيت الحقيقة إلى عدد كبير من

العناصر، بحيث يكون كل عنصر قابلاً للملاحظة والبحث التجريبى. وكان نجاح هذا المشروع كبيرًا، ولكنه حطم الصورة التى لدينا عن الحقيقة. وقد قدم العلم الحديث رؤية عالمية مقسمة إلى ذرات وقطع، وهو ما أدى لعدم فعاليتها. وبالنسبة لوجهة النظر السامية العالمية فإن التعقيد المحير للعالم الحقيقى قد أصبح الغموض السائد الذى يتعين مطاردته، ووفقًا لذلك يحل فهم متكامل جديد مكان الرؤية العالمية القديمة. ولا ينبغى الاعتقاد فى النتيجة النهائية بأن هذه الاتجاهات المتباينة من التحليل والتركيبات حصرية. ومرة أخرى فعلاقتهم مُركَّبة وعدائية ومكملة لبعضها البعض، فالاتجاه التحليلى يدعو للتراكيب كما رأينا، ولكن على الصعيد الآخر سيفسر ويتحول إلى تلويح رخيص، إذا مالم يتم دعمه وبقوة بالأبحاث التحليلية. ودائمًا ما يسيران جنبا إلى جنب، ولذا فالفوارق بين الأساليب العلمية الحديثة والسامية لابد من مراعاتها والتركيز عليها. وهكذا فإن نظرية التعقيد لم تنجم عن كآبة الستينيات. وقد كان العلم مُتخمًا بهذه الأفكار قبل ظهور الرؤية العالمية السامية على الساحة، وعلى سبيل المثال، يرجع اكتشاف الميكانيكا الكمية إلى أن الضوء يأتى كذرات وأمواج إلى بدايات القرن العشرين، وكل ما أراه هو أنه عند ظهور الرؤية العالمية السامية تراجع التيار الديكارتى إلى حين سيطرت نظرية التعقيد إلى حدٍ كبير.

ومفتاح نظرية التعقيد هو النشوء، ولمزيد من التوضيح أذكر العزف على البيانو. وهو بصفحات حاشدة يبدأ بنوت موسيقية مكدسة وأنت تجلس أمام الآلة وتحول النوتة المكتوبة إلى نغمات مسموعة قدر المستطاع. وتكون النتيجة مرعبة حتى ولو نجحت فى أداء كل النغمات كل النوت بنفس النسق الصحيح وفى الوقت المحدد، وذلك بسبب عدم وجود علاقات بينها، وتواجه أنت المتاعب فى محاولة لتصحيح ووضع كل شيء فى مكانه، حتى إنه لايمكنك الاندماج بإحساسك فتقوم بعزف المقطوعة مرات ومرات لتصل إلى ما هو أفضل. وعندما تقرر الاستسلام تحدث المعجزة، يبدأ اللحن فى الغناء وتبرز النغمة الأساسية قليلاً وتعلو الدرجة قليلاً هنا،

وتكون أسرع هناك. تقل التفاصيل ولكن رويدًا رويدًا تظهر منظومة مكونة من كل هذه العلامات الموسيقية تحملك بعيدًا بعيدًا. وفى النهاية تترابط كل الأشياء وتشعر كأنك تطير. فى مثل تلك اللحظة تنشأ الموسيقى من العلامات وهذا البزوغ يكون فى كل ماحولنا، ونطبق هذا المصطلح بشكل نموذجى على الكيانات التى تتكون من عدة كتل وهياكل. أمّا على المستوى الفردى فإن أجزاء هذا المكون لاتعرض الملكية أو المنتج الناشئ وإنما هى مجرد ظهور نتيجة التجمع فى أعداد كبيرة، وعلى سبيل المثال سيولة المياه التى تختفى فى جزيئات الماء الفردية، تصبح خاصية ناشئة عند جمع عدد كبير منها فى مجرى مائى. وعلى نفس المنهج تنشأ نظم الطاقة الشمسية عند انهيار غيمة من الغازات والتراب بفعل الجاذبية، وتنشأ الذرات من الجسيمات الابتدائية بمراكز النجوم، ونشأت الحياة على الأرض من اللاحياة ومن الطاقة، وتنشأ الجزيئات من الذرات تحت شروط التبريد، ونشأت أشكال حياة جديدة من القديمة من خلال التنوع والاختيار الطبيعى، ونشأ البشر من أجدادهم من الحيوانات فى غابات السافانا الأفريقية. وفى حقيقة الأمر فالواقع متخم بهذا الخلق الناشئ الغريب، والظهور غير المتوقع للظواهر الغريبة، ويتعجب المرء إذا ما كان مبدأ النشوء ليس عِلمًا وأنه مجرد عنوان يناسب أى شىء. ولكن هيهات إنه ليس كذلك، ويرجع ذلك لعدة أسباب، أولاً فملكية مثل المقابر قد توجد بين ركائز البناء. وثانيًا افتراض أن العالم الحقيقى يأتى نتيجة التفاعل بين القوى الكائنة بالعقل والتى تُفرق بين معجزات وبين ما هو ناتج عن التدخل الإلهى.

وهذا يُذكِّرنا بأن السببية الحاسمة التى أتى بها علم ديكارت القديم بشأن الرؤية العالمية الحديثة، إنما هى ذات استخدامات محدودة. وتحت الظروف التجريبية وشروطها، عندما تسمح بحدوث تغير لشىء متغير واحد فقط، مع الحفاظ على ثبات الآخرين فيمكن عندها تحديد السبب والأثر.

ولكننا لن نعرف أبدًا ما يسبب خروج الموسيقى من مجموعة نوت موسيقية. وأخيرًا فالإدراك بأن الحقيقة تنشأ قضى على الفكرة القديمة الخاصة بترتيب العلوم،

فتأتى الفيزياء الجزيئية والرياضيات فى المقدمة تليها البيولوجيا أو علم الأرض فى رتبة أقل ثم العلوم الإنسانية مثل علم الاجتماع، الذى يأتى عند قاعدة الهرم.

هذه المقدمة البسيطة حول المعجزات والتعقيدات ضرورية لإعدادنا لمواجهة أثر الرؤية السامية العالمية حول علوم الأرض، وقد تغير هذا المجال بشكل يصعب استيعابه، فقد سمح للجيولوجيين بتوحيد جهودهم مع العلماء من فئات أخرى كثيرة فى محاولة لاكتشاف الأرض فى إشراقاتها السامية. وأقترح هنا أن تسمح هذه الاكتشافات الجارية للإنسانية كلها بمواجهة الاضطراب الناشئ عن التغيرات الكونية بحيادية كبيرة.

ب- الجيولوجيا تكتشف الأرض

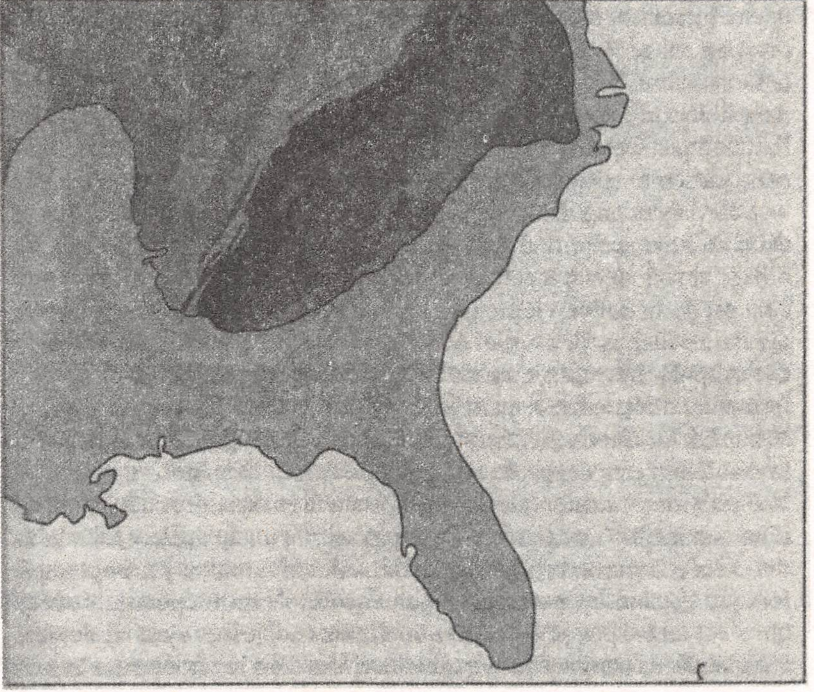
إذا كان فى استطاعة البيضة الرقص فى برشلونة، فلابد أن الأرض تتأرجح، وعلى أى حال فالبيضة تدفعها فوهة واحدة يتدفق منها الماء ويجعلها فى حالة رقص دائمة، أما هذا الكوكب ففيه مصدران للطاقة. هما الأشعة الشمسية والضغط الحرارى الداخلى الناجم عن الإشعاع المنبثق، جراء التفاعل فى باطن الأرض. والحقيقة أن هذا النفث المضاعف لا يكفى لنشوء الأشياء، ولابد من وجود نظام مناسب من شروط أخرى، لأن ذلك يعد ضرورة. وعلى سبيل المثال، إذا كان هذا الكوكب شديد البرودة أو شديد الحرارة، فلن يحدث الكثير، وكل شىء يجب أن يكون فى نصابه، وهذا هو الحال بالنسبة للأرض. فكل شىء هنا يأتى على غرار ما يحدث للبيضة الراقصة، أو أنه كما يقول العلماء أبعد كثيرًا عن التوازن.

ويبدو أنه من الصعوبة تخيل الأرض الصلبة فى حالة تأرجحها، ولاعجب أن استغرق الجيولوجيون قرنين من الزمان لمعرفة ما يحدث. ولم يكن ما أثار النفس ما رآه الجيولوجيون كطريقة مناسبة، وذلك عندما كنت طالبًا، بل اختلف الحائرون حول

الخريطة الجيولوجية الكونية. وقد جاءت الألواح التكتونية مفاجأة كبرى من حيث لا نعلم، وهى فى حد ذاتها بيضة راقصة. وتنطبق هذه النظرية بشكل مطلق على أى شيء ناشئ، وقد ظهرت فى صورة مرتبة ذاتيًا وذلك بمساعدة بسيطة من بعض العلماء بالاستعانة بقليل من الملاحظات التى كانت تعد هامشية من وجهة النظر الجيولوجية. وقد نجحت فى حركة واحدة بالإطاحة بكل الخيالات القديمة حول حركة العالم، وقلبت الجيولوجيا رأسًا على عقب. فقد كان البحث لفترات طويلة وصفيًا ومحلى الرؤية، ولكن الألواح التكتونية ركزت على التاريخ الحركى الديناميكى للكوكب كله، وأصبحت الظواهر البسيطة مكونات متماسكة فى نظام عالمى شامل.

وتعد الخريطة الجيولوجية لشرق الولايات المتحدة خير دليل على ماهية الألواح التكتونية. وتمثل منطقة الشمال الشرقى - الجنوب الغربى والممتدة فى شرائط ضيقة فى جبال الأبلاش مكانًا لتجمع صخرى لصخور مشوهة ومشققة من العصر القديم، وقد تعتبرون ذلك جذرًا لحزام جبلى عتيق، وقد يكون فى الماضى البعيد جبلاً أعلى من جبال الهيمالايا، ولكن تم تآكلها مع الوقت. وفى الوقت الحالى، إذا عقدنا مقارنة، نجد أن جبال الأبلاش الحالية تم تشكيلها وتكوينها من خلال عملية إعادة تجديد بسيط للسلسلة القديمة، وقد انتهى المطاف بعملية تمخضت عن تآكل هذه الجبال العظيمة إلى الحيد الرأسى للمواد الرسوبية الصغيرة، التى تحيط بالحزام المركزى كسلسلة متمركزة للهالات التى تظهر على الخريطة. وهذه العملية المتساوية مازالت متواصلة، حيث إن التجمعات الرسوبية يتم غسلها على حافة البحر، ومن هناك تنتقل إلى مراوح رسوبية هائلة على أرضية الأطلنطى العميق. وعملية "عدم التوافق الجيولوجى" هو المصطلح الجيولوجى لمثل هذه التركيبات ذات الطبقات الأفقية فى منطقة المركز وضلع من الأنقاض حولها. وقد شاهدنا مثالاً لذلك فى نقطة "سيكار" فى شرق أسكتلندة وهو ما أوحى إلى هتون بفكرته حول دورة الصخور كما جاء فى شكل ٣-١، ٣-٢. وعلى المدى البعيد فهذه جيولوجيا جيدة برغم قدمها. ولكن

الألواح التكتونية أضافت شيئًا أساسيا للصورة وهو أن عـدم اتـساق وتوافـق جبـال الأبلاش ونقطة سيكار قد جاء نتيجة غلق محيط سابق وانهيار القارتين اللتين تحـدهما، وهذا الحدث المفاجئ هو الذى عمل على ضغط الطبقات كما تضغط مفرش المائدة بين يديك.



شكل ٤-١

خريطة جيولوجية لشرق الولايات المتحدة الأمريكية توضح وجود عدم توافق زاوى كبير بين جذر صخور قديمة حدثت لها عمليات تحات مع طبقات رأسية فى جبال الأبلاش، ويرى غطاء من طبقات أفقية لركام صخرى نتيجة لعملية تحات فى الجزء الجنوبى من الشكل .

التصادم القاري: تعد جبال الأبلاش قريبة من حافة القارة التي يجب ألا تكون في الوسط مع القارات الأصلية أو على جوانبها، وفي الحقيقة كانت هناك منذ زمن بعيد وقبل وجود الأطلنطي، ففي ذلك الحين اختفى المحيط نهائيا وقد كان مغلقا بأطلال القارات المحيطة. وها نحن نرى الآن مضامين تدعو للدهشة، فجبال الأبلاش ونقطة سيكار كانوا ينتمون لشيء واحد ولنفس سلسلة الجبال ونفس القارة الجبارة، وفتح محيط مع أوروبا وفرق النصفين بعيدًا. هذا المحيط هو الأطلنطي مع أوروبا شاملاً نقطة سيكار، من ناحية أمريكا وشاملاً الأبلاش في الناحية الأخرى. والأطلنطي هو المتلقي الحالي للأنقاض المتآكلة للقارتين، والآن دعنا نضبط التواريخ فقد اختفى أول محيط منذ ٤٨٠ مليون سنة، وكان الجبل العظيم هناك منذ ٢٩٠ مليون سنة، وبدأ ظهور المحيط الأطلنطي منذ ١٥٠ مليون سنة. لذا فالكثير من الأحداث قد طرأت خلال الـ ٣٣٠ مليون سنة، ولكن القول بأن الأرض تتأرجح ببطء هو أمر مبالغ فيه. وعلى أي الأحوال فإن انتشار المحيطات أو انحسارها يأتي بنفس معدل نمو أظافر الأصابع. ومع ذلك فالجيولوجيون عادة ما يطيلون التفكير، وهذا يتوافق مع الملاحظة والمشاهدة الطويلة للأشياء التي تأتي في هذا الكتاب. وعلى مدار بليون سنة من الزمن، نجد لدينا الكوكب المتأرجح وعلى مدار ملايين الأعوام سيصبح لدينا رقصة الفوكس التي تتردد ببطء، وعلى المستوى الإنساني لا يحدث شيء تقريبًا، سوى الزلازل أو البراكين أو التسونامي. وما يجب تذكره أيضًا هو أن هذا النوع من الحركة يستمر في العالم كله، وكل المحيطات تمتد وتنحسر طوال الوقت في حين أن القارات تطفو على سطح الأرض ببطء وثبات. وهذا يذكرنا بعمل الفنان الألماني "فرانز جون" "جداول تورنج" فأنت تدخل في غرفة مظلمة مساحتها ٣ X ٤ أمتار على أحد جدرانها ترى الكمبيوتر وهو يطبع قوائم بأسماء المدن حول العالم، وهذه هي الأماكن التي تسجل فيها الزلازل، وكل البيانات الخاصة بهذه الذبذبات يتم جمعها على الهواء مباشرة من جهاز كمبيوتر رئيسي مركزه كاليفورنيا. ولفرانز جون مدخل مباشر لهذا

الكمبيوتر. ويقوم كمبيوتر فرانز بتحويل الإشارات والذبذبات إلى أصوات مسموعة فور وصولها، ومن كل مكان تسمع زئيرًا عميقًا ورعدًا وأصواتًا شديدة ويمكن أن تجلس على صندوق الصوت فى وسط هذه الحجرة وتشعر بالذبذبات المصاحبة للزلازل، وبعد فترة تشعر بأنك تضعه فى رحم الأرض الأم وتحس بها فى أعماقها.

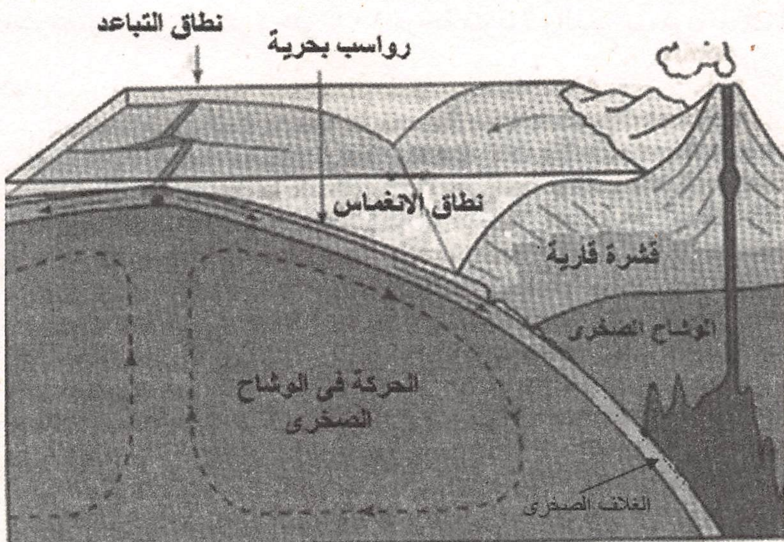
وهذا الارتباط المباشر بالزلازل وقت حدوثها فى كل أنحاء العالم يشكل دراما حقيقية. ولابد أن ندرك أن تصادم الألواح التكتونية قد استمر نحو ٢.٧ ملايين سنة دون أى توقف، وكان قبل هذا الوقت يسود نظام مختلف وأكثر اضطرابا.

مبدأ الألواح التكتونية

تأتى روعة نظرية الألواح التكتونية فى الآلية الرائعة البسيطة لنشاطها كما فى الشكل ٤-٢ فالحرارة المتولدة عن الاضمحلال الإشعاعى فى باطن الأرض هى القوى المحركة، وهى التى تتسبب فى دوران الصخور اللدنة فى أعماق الأرض، مثلما تفعل تيارات الحمل فى حركة المياه فى إناء به ماء يغلى على النار. وهذه التيارات الجوفية تحرك الغلاف الهش. وكل الارتفاعات الكبيرة فى بحار العالم هى مناطق انتشار، حيث تتدفق الحمم من الأعماق وتتحول إلى صورة صلبة لتشكل قشرة محيطية هشة جديدة، وتدفع اللوحين على الجانبين بعيدًا عن بعضهما أكثر وأكثر. وهذه المادة المحيطية الثقيلة تعود إلى أعماق الأرض فى مناطق الانغماس التى يوجد معظمها اليوم حول المحيط الهادى، وتتراكم باستمرار نواتج التآكلات الأخف وزنا على أرضية المحيط، وفى مناطق الانغماس ترتفع هذه الأشياء عن اللوح النازل وتعود إلى القارة. وبعض هذه المواد يعود إلى الأعماق حيث يتحول إلى صخور متحولة أو حتى تصهر لتكون لابة، تتحرك بدورها لتعود إلى التجمع القاري، حيث يتم غسل التآكلات لمدد طويلة، وتنتهى فى صورة صخور نارية صلبة أو رواسب بركانية. وتعد الألواح التكتونية

بمثابة عربة دائرة باستمرار ولملايين السنوات وتعمل على التخلص برفق من الحرارة الداخلية. وهى فريدة من نوعها فنحن لا نعرفها بهذا الشكل فى أى كوكب آخر أو القمر أو فى نظام المجموعة الشمسية. وحتى الآن فإننا ننظر إليها على أنها ظاهرة ناشئة ومعجزة تماثل البيضة الراقصة فى برشلونة، فهى توجد فى مجموعتها غير المتماثلة بسبب تدفق الطاقة من قاع الأرض إلى الفضاء. ونظرية الألواح التكتونية تعيد إلى الأذهان دورة الصخور وفكرة هتون، وهى فكرة رائعة، نسيها الجيولوجيون منذ كنت طالبًا فى الخمسينيات. ولكن الفكرة الحديثة للدورة ليست مطابقة للفكرة القديمة. أولاً: لأنها أصبحت فى الوقت الحالى مشبعة وغنية بالتفاصيل الرائعة وكل أنواع الصخور المعروفة بدءا من صخور البريدوتيت إلى البازلت الموجود فى المحيطات والجرانيت خفيف الوزن والرمال والصلصال والحجر الجيرى بالقارة، كلها يمكن رصدها فى مكان محدد فى دورة الصخور الحديثة وكل يلعب دورًا فى عملية التدوير الكبرى.

ثانيًا: جعلت الألواح التكتونية الدورة حلزونية الشكل، وهى لا تعود مرة أخرى أبدًا إلى مكانها الأصلى، ومع كل دورة تتمخض عنها أشياء خفيفة، وعلى ذلك يتزايد حجم القارات بانتظام عبر الدهور، وهناك اتجاه فى عملية التطور ونشوء الصخور فالآلة تعمل (الشكل ١-١). وكان أكثر شىء صادم لى هو ظهور النظرية الخاصة بديناميكية الكون فى الوقت الذى رأينا فيه الكوكب من أعماقه، وفى نفس وقت ظهور الرؤية العالمية السامية، وكان هذا عندما اكتشف الجيولوجيون الأرض.



شكل ٤-٢: مبدأ نظرية الألواح التكتونية

جـ ـ نشأة علوم نظام الأرض

إذا كانت هذه الأرض الصلبة تثير الدهشة، فكذلك الهواء والماء. فالأرض فى النظام الشمسى هى الوحيدة التى بها ماء سائل على السطح حيث تغطى مياه المحيطات ⅔ سطحها الخارجى، فيما عدا المساحات القليلة، وعندما يبدو جزء كبير من سطح الكوكب مغطى بالثلوج، سيكون هو المشهد الذى استمر لثلاثة أو أربعة بلايين عام. فهل يعود ذلك لأن الأرض تقع على مسافة مناسبة من الشمس، أم أنها بمحض الصدفة تتلقى الجرعة المناسبة من الأشعة الشمسية للمحافظة على سطحها بدرجات تتفاوت من الصفر وحتى ١٠٠ درجة مئوية؟ والذين يؤمنون بذلك لديهم التفسير.

أولاً: نحن نعرف أن شدة الإشعاع الشمسى قد زادت نحو ٢٠٪ خلال المدة الطويلة من الزمان، وهذه الزيادة كفيلة بتحويل الكوكب من حالة التجمد إلى حالة قاحلة.

ثانيا: وجود أثر ملموس لثانى أكسيد الكربون المنبعث من حالة الاحتباس الحرارى إلى الغلاف الجوى، وذلك لأن الكربون كله يحدث له انحباس فى الأرض الصلبة فى صورة حجر جيرى أو مواد عضوية. وإذا كانت هذه الخزانات العملاقة ستتسرب إلى الغلاف الجوى كما حدث فى فينوس كوكب الزهرة، فإن ثانى أكسيد الكربون سيحجز الكثير من الطاقة الشمسية حتى يصبح المكان جحيما. ولابد من وجود شىء معين هو الذى يحافظ على درجة الحرارة ويحمل الكربون لداخل الأرض.

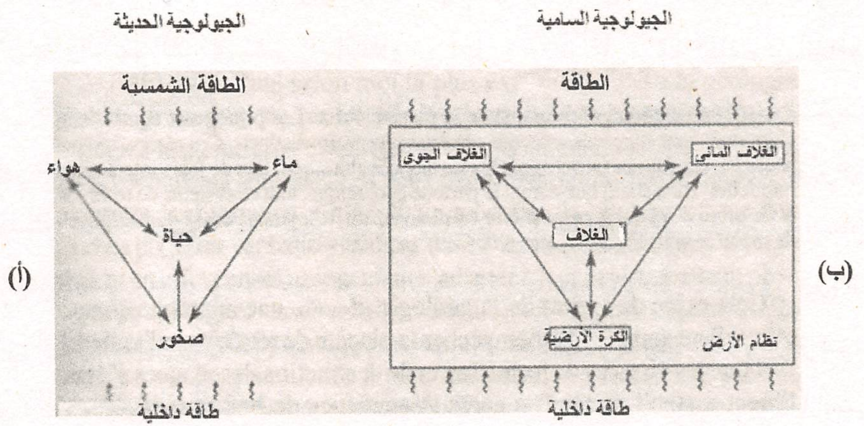
أما بالنسبة للغلاف الجوى، فهو مميز وينفرد بوجود نسبة قليلة جدًا من ثانى أكسيد الكربون، ويحتوى أيضًا على مزيج غريب من الغازات المتفاعلة مثل الأكسجين والنتروجين والميثان، وحين تتفاعل يتهاوى الناتج عنها على القارات وداخل المحيط، وهكذا يتركون الغلاف الجوى، وهذا يعنى ضرورة وجود شىء مستمر لملء

الاحتياطى الغلافى. وهذه الملاحظات البسيطة قد تكفى لإقناعك بأن الأرض الصلبة والمحيطات والغلاف الجوى يسيرون على منهج البيضة الراقصة، حيث يحفظهم فى حالتهم غير المتماثلة تدفق الحرارة الداخلية والإشعاع الشمسى. وبدون هذه القوى من الطاقة سيحدث لهم توازن. وما لم أتطرق إليه هو الملامح المذهلة لكل ما هو على وجه الأرض؛ العدد الكونى للجزيئات الدقيقة والخلايا والحيوانات والنباتات والبشر والنظم البيئية والمجال الجوى. فكل هذا قد صُنع من مواد بسيطة تم ضخها حولنا من خلال دورة الصخور. والكائنات الحية لها القدرة على اقتفاء أثر الكيماويات المتعددة عند مرورها بهم، وقد تقوم بأخذها أو لفظها طبقًا لحاجتها. وإذا تم السماح لها بالدخول يتم التعامل معها ومعالجتها من خلال نظام صارم أشد تعقيدًا من أكبر مصنع شيده الإنسان، فيتم وضعها داخل كيماويات أخرى حيث يتم تدويرها من خلالها. وهكذا حتى يتم إلقاؤها كفضلات فى داخل البيئة. وخلال تلك العملية فهم سلبيون تمامًا وتصبح الكمياويات مكونات ذات وظيفة محددة فى هذه المنظومة العملية. إنه لفكر مبهر أن تدور هذه المنظومة بدون قائد أو قواعد، فلايوجد بها مجلس إدارة أو قيادة، ورغم ذلك تسير العملية على أكمل وجه وبشكل رائع. ومنظومة الحياة هى قمة النشوء أو خلاصة بلايين الأحداث التى تمر من جيل إلى جيل على مدى بلايين السنين.

والحفاظ عليها ليس بغير جدوى، ولكن له ثمن، تمامًا مثل البيضة الراقصة فى برشلونة التى ترتفع بسبب تدفق المياه المستمر من النافورة إلى البالوعة، والأرض يمكن أن تحافظ على تكاملها فقط من خلال زيادة درجة عدم الاستقرار فى البيئة على أوسع المستويات وهكذا. وبعد استخدامها يشع جزء كبير من الطاقة التى تم جمعها على الأرض عائدًا إلى السطح على شكل حرارة منخفضة. وعدم الاستقرار والفوضى حق للكوكب، ويمكن أن يظهر نظام فقط على المستوى المحلى ما دام يعزز التوزيع الكلى للتشتيت.

الأرض والنظام

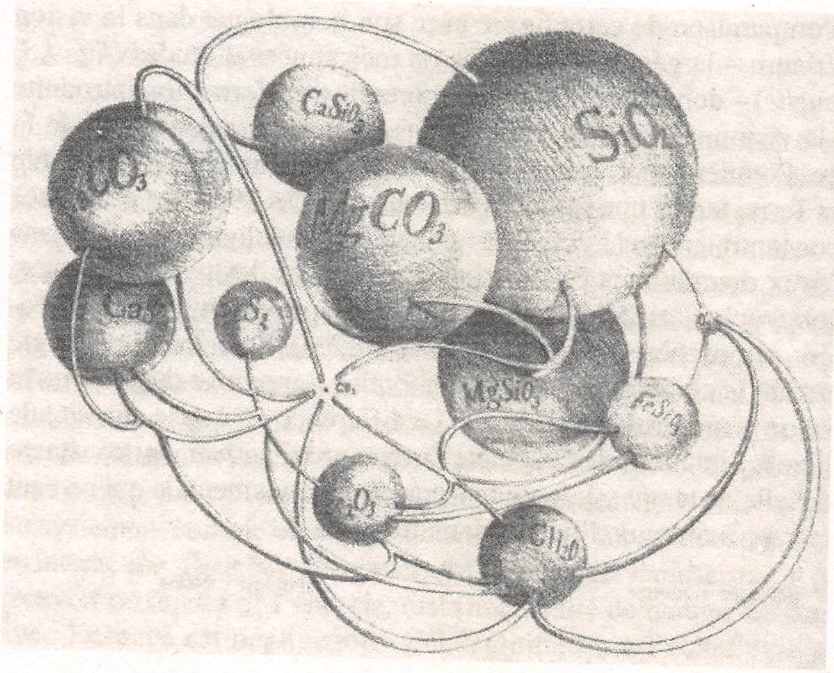
كما رأينا سابقًا، فإن الطاقة تتدفق من داخل الأرض والشمس لتحافظ على المكونات الفردية لهذا الكوكب... وهى الأرض الصلبة، والمحيط الهيدرولوجى والغلاف الجوى والمحيط الحيوى وتجعلهم فى نفس حالة البيضة الراقصة معطية لهم جميع الخواص الناشئة. وهذه المجالات الأربعة لا تعمل فى معزل عن بعضها بعضا ولكنها تتفاعل معًا. فأى تغيير يطرأ على أحدها ينعكس على الآخرين، وهذا يزيد من تعقيدات الأرض، ويأتى بتجاوزات فى الخواص الناشئة للنظام ككل، ومن المنطقى اعتبار الأرض كنظام وكيان متماسك ذى مكونات متفاعلة. ولمزيد من الدقة، فالنظام نصف مغلق: الطاقة قد تأتى وتذهب ولكن كم المواد الذى يتم تبادله مع الفضاء مهمل. وهذا يشير إلى أنه خلال بلايين السنين كان النظام يميل للتدوير. وهذا العالم اللامعقول الذى أدركه رواد الفضاء فى رحلاتهم معناه أن وطنهم أصبح أيقونة للرؤية العالمية السامية الجديدة. وأصبح أيضًا مادة للجيولوجيا التى تم تحديثها "علم نظام الأرض" شكل ٤-٣.



شكل ٤-٣: الفرق فى الجيولوجيا قبل النظرة السامية العالمية وبعدها

يشير الشكل ٤-٣ (ب) إلى المفهوم الأساسى لعلم نظام الأرض وربما توقعت أن ترى شيئا ساميا وكرويا فى المنتصف. ولكن عليك ألا تنسى أن العلماء يميلون للبعد عن العاطفة ليذكرونا بالمستوى العالى للموضوعية التى يتمسكون بها، ومهمتهم هى إبراز الحقيقة لتخرج ما بها وليس لإغوائنا بعواطفهم. لذا ففى رأيى أن نظام الأرض أصبح مربعًا قبيحًا ثنائى الأبعاد وعناصره الأربعة الأرض الصلبة أو المجال الجيولوجى والمحيط الهيدرولوجى والغلاف الجوى والمحيط الحيوى، وأنه قد تم تمثيلهما بكلمات مكتوبة وترمز الأسهم المزدوجة إلى التفاعل بين المكونات الأربعة والسهم الفردى يشير إلى النظام من أعلى ومن أسفل مُشيرًا للقوى الدافعة التى تحفظ النظام فى حالة حركة. والطاقة مصدرها الكون وبصفة خاصة الشمس ومن باطن الأرض. وبمقارنة هذه الصورة مع مثيلتها فى الزمن السابق، الجيولوجيا الحديثة، عندما كنت طالبًا – شكل ٤-٣ (أ) نرى كيف تغيرت الرؤية العالمية السامية للاتجاه العلمى الخاص بالأرض. أولاً: أصبح التركيز على الأرض ككل، فى حين أنه حتى أوائل الستينيات ركز الجيولوجيون على الجزء الإقليمى، وفى الصورتين ركزت على ذلك باستبدال بأسماء الأجزاء المتفاعلة (الصخور– الهواء– الماء – الحياة) أسماء نظائرها (المجال الجيولوجى – الغلاف الجوى – المجال الهيدرولوجى – المحيط الحيوى) وأيضا المربع الذى يحيط بالمركب المتفاعل يرمز إلى منهج النظام والطبيعة نصف المغلق للأرض، والفارق هو أن حجم المادة داخل الكوكب يبقى ثابتًا جيولوجيا، وهذه قاعدة أساسية لا تنطبق على المستويات الدنيا من التكامل. وهذا يستدعى منهجًا كميا لعمل سجلات فى علم نظام الأرض، على سبيل المثال، لمنع الكوكب من التقلص والتمدد والحفاظ على توازن معدلات تشكيل الألواح والدمار اللاحق وفور ظهور النظرية الخاصة بالألواح التكتونية بدأ الكيميائيون الجيولوجيون (الجيوكيميائيون) فى تقدير أحجام الخزانات الكيميائية على الأرض وكذلك تدفقات المادة بينهما. وقد نتج عن ذلك بالفعل فى السبعينيات نماذج مثل الشكل ٤-٤

فالخزانات تظهر مجالات والتدفق بينها يظهر أنابيب. وكان يعتقد أن الكيماويات تدور خلال الأنابيب بين الخزانات، وعنصر الكربون مثلاً يتوزع بين الكمية المتبعة من ثانى أكسيد الكربون فى الغلاف الجوى والخزانات الضخمة التى تحتوى على الحجر الجيرى والكربون الحيوى. واستطاع الكيميائيون الجيولوجيون (الجيوكيميائيون) أن يعرضوا عملية إعادة التوزيع للكربون الكلى فوق هذه الخزانات على مدار ملايين السنين، مما جعل الخزانات تتنفس بشكل منتظم. ويمكن أن نتخيل أن كتابة تاريخ الجيولوجيا فى هذا الشق كان إحساسًا حقيقيا.



شكل ٤-٤

تمثيل جيوكيميائى لكوكب الأرض. المكونات الكيميائية الرئيسية يعتقد أنها موجودة فى خزانات منفصلة. وهذه الخزانات يتصل بعضها ببعض بأنابيب تسرى خلالها هذه المكونات، وتتفاعل مع بعضها بعضًا. واتضح خلال الزمن الجيولوجى بأكمله أن هذا النظام كان فى حركة مستمرة، وأن هذه الخزانات كانت تتنفس فى نمط تناسقي.

(الشكل ٤-٤) عرض جيولوجي كيميائي (جيوكيميائي) لكوكب الأرض حيث كان يعتقد أن المكونات الكيميائية الرئيسية محفوظة فى خزانات منفصلة، وهذه متصلة بأنابيب تتدفق من خلالها المواد فى أثناء تفاعلها مع بعضها بعضًا. وقد ظهر أن النظام كله كان فى حالة حركة مستمرة خلال الزمن الجيولوجي، فى حين أن الخزانات كانت تتنفس بشكل متناسق.

ونتيجة أخرى لهذا الاتجاه الكمي تمثلت فى الجيولوجيين الذين يحتاجهم لتحديد معدلات العمليات الجيولوجية، وأصبح كل ذلك ممكنًا من خلال التقدم الهائل فى التقنيات لتأريخ الصخور. وتسبب علم الأرض أيضًا فى نقل محور الاهتمام من آخر ⅛ من العصر الجيولوجي كما فى الجيولوجيا الحديثة إلى التأريخ الكلى للكوكب. وكما يتخيل المرء فإن هذه النقلة فى بؤرة الاهتمام قد أعطت رؤية داخلية معظمها فى ذاكرة الكوكب وفى أساس وجودنا. ولكن أهم الأخبار التى أراها شائقة هو الكيفية التى أتى بها علم نظام الأرض من إعادة تقدير عمق للمحيط الحيوى، فقد أدى ذلك إلى التحرر الكامل من العصور الجيولوجية القديمة، والماضى المفضل لى منذ كنت شابا. والشكلان الصغيران ٤-٣ (أ)، ٤-٣ (ب) يوضحان الفارق. وفى الجيولوجيا الحديثة هناك أسهُم تشير للحياة وليس بعيدًا عنها، وهذا الاعتقاد بأن الكائنات الحية تتكيف مع بيئتها الفيزيقية والكيميائية بدون التأثير عليها بشكل أو بآخر. وهى لا تلعب أى دور نشيط فى ديناميكا الأرض، وقد تُسبب القوى اللاأحيائية تفتيت عالم الحياة وهذا شيء فوق العادة. وعلى النقيض اعتبرعلم نظام الأرض أن حياتها بالإضافة إلى التكيف مع البيئة تمثل قوة بيولوجية هائلة.

وفى شكل ٤-٣ فإن الأسهُم بين المحيط الحيوى والمجالات الأخرى تشير إلى جهتين. وهذا يعنى أن الظهور البيولوجي لم يؤثر فقط على المحيط الحيوى، ولكن على الكوكب كله، ولا يوجد على الأرض أى تقسيمات حادة بين الحياة واللاحياة. والعلاقة بينهما مركبة، فهى متضادة ومتكاملة فى الوقت نفسه. وعلى الرغم من أن

الصخور والماء والهواء ليس لها حياة فى حد ذاتها، فإنها تحمل الحياة للأرض، وهى لا تتفاعل فقط مع الأشياء الحية ولكنها أيضًا تمثل آثارًا للمحيطات الحيوية السابقة، حيث إن معظم هذه المواد تمت معالجتها مرات عديدة عبر الشبكات الأيضية لنظم الحياة. وما يجعل كوكبنا مختلفًا عن بقية عناصر مجموعة النظم الشمسية هو ذلك الغموض والتعقيدات. وبالنسبة للتغيير من الحديث إلى الرؤية السامية لديناميكا الأرض، فقد تبدو خطوة صغيرة مثلما فى شكل ٤ من (أ) إلى (ب)، ولكن بالنسبة لكثير من العلماء يأتى ذلك بشىء غير ذى أهمية. وعلى سبيل المثال يجد الجيولوجيون صعوبة فى إدارة الأمور وتحمّل النتيجة وهم محبوسون داخل معاهدهم المهنية ومجتمعاتهم، فقد تدربوا فقط على النظر للحياة من الداخل وعلى أنها مقياس للأشياء الأرضية. أما علم نظام الأرض فيحتاج إلى التقرب من الحياة من الخارج ظاهرة كوكبية تتفاعل على قدم المساواة. مع قطاع عريض من القوى اللاأحيائية. وهذا الصراع يمكن أن يصبح تكريمًا مهنيا. وهم يدعون فى كل الأمور الخاصة بالحياة على الأرض أنهم خبراء، ولكن عدم قدرتهم على المضى خارج مجال تخصصهم، يجردهم من مهارات تؤهلهم لعلوم نظام الأرض.

وبعد هذه المقدمة حول علم نظام الأرض، فإن الوقت قد حان للتحول إلى مثال محدد موجود فى ذهنى منذ أواخر الخمسينيات عندما قضيت إجازتى الصيفية كطالب جيولوجيا فى شمال إسبانيا، حيث كانت الصخور الموحشة تحيط بالمكان، ولايمكن القول بأنى قد فهمت الكثير مما رأيته حينئذ، وحتى الآن أشعر بالارتباك حين أعود لزيارة المكان. ولكن العمل هناك أقنعنى بمفهوم واحد، وهو أن الأرض كوكب غامض، وبدأت أفهم أن كل ما حولى ليس عاديا كما نعتقد، ولكنه غريب وغير عادى وعبثى. وهذا المفهوم قد يكون نواة لتوجه جديد أعطانى إحساسًا بالراحة وساعد على اكتشافى لطريقى فى الحياة. ومن ذلك مثلاً الحجر الجيرى، حجر يقف على الحدود بين الحياة والموت، وسوف تتفقون معى، وأتمنى أن تكون قصة الحجر الجيرى لها أثر غير متوقع وتثير الاحترام للكوكب كله.

الفصل الخامس

صخرة بين الحياة والموت

عند عودة المستكشفين الإسبان الأوائل من رحلاتهم الطويلة والزاخرة إلى الأمريكتين، بحثوا بشغف فى الأفق عن أول علامة لموطنهم الأصلى، وفجأة أوقفهم مشهد عظيم. فبعيدًا كان هناك تجمع عالٍ من الصخور البيضاء التى تبدو وكأنها تلوح من المياه، ووقفت قمم جبال أوروبا كمنارة مهيبة، يكتنفها الغموض والألفة... هذا هو الوطن....

أدرك البحارة العائدون أن دعواتهم قد أجيبت، وترتفع القمم التى تقع فى منتصف الساحل الشمالى لإسبانيا فوق الأسطح الجبلية الخضراء أستورياس. وكلما اقتربت من الجبال من ناحية الساحل يتعمق لديك الانطباع عن هذا الشموخ المهيب. ويتوج هذه التجمعات الكبيرة من الصخور القوية قمم حادة يتجاوز ارتفاعها سبعة آلاف قدم. وعندما تدخل أحد الممرات التى أهلتها الأنهار، فعليك أن تنظر عاليا وعاليا حتى تصل للحوائط الأفقية، فيمكنك أن ترى من بعيد بصيصًا من السماء. ويعيش فى هذا العالم الخطير رقع من الطحالب الصفراء والطحالب والحشائش وشجيرات ملتوية. وما يصدم العين كثيرًا، هو الصخرة نفسها، فمتى تنظر إليها تجدها رمادية اللون مع ظلال من اللونين الأزرق والأصفر. وقمم جبال أوروبا عبارة عن كتل عملاقة من الحجر الجيرى (كربونات الكالسيوم).

وعندما كنت دارسًا للجيولوجيا، كنا نقوم أنا وزملائى بالعمل الميدانى فى هذه المنطقة، وكان للقمم المذهلة سحرها لدينا جميعًا وهذا مفهوم، ولو كنا فقط نستطيع فهم هذه القوى التى نمقت هذا التراكم الضخم من الحجر الجيرى لكان ذلك شيئًا جيدًا.

كل ما نعرفه عن العمر هو الكربونى الأسفل نحو ٣٢٠ مليون سنة، وقد اختبرنا النتوءات ودرسنا نماذج الصخور تحت المجهر ولكن مهما بذل من محاولات فلن يبوح الحجر الجيرى بأسراره.

وكل ما استطعنا رؤيته، كان الطين الرمادى بحبّاته الدقيقة وقد تحوّل إلى صخور، ولم يكن فى الواقع هناك أى حفريات أو بنية رسوبية ذات معنى، لا شىء على الإطلاق يعطينا أى فكرة لأصل أى شىء. فهل تم تشكيلها فى عمق البحار أو على طول ساحل عتيق؟ لم يكن هناك أية وسيلة للمعرفة. وبإحباط شديد تركنا هذا الغموض لجيولوجيين آخرين.

وقد استغرق الأمر عدة عقود، وأبحاثًا مكثفة لأكفأ الجيولوجيين من ذوى الخبرة قبل أن تصنف المشكلة. وقد أظهر عمل الخرائط الدقيقة وجود مجموعة داخلية شديدة الالتواء من الطبقات الأفقية قامت الصدوع بفصلها. وإلى حد كبير فإن مرتفعات القمم الأوروبية تدين بتجمعاتها الطاغية إلى القوى الضاغطة المسؤولة عن تشكيل الجبال، بعد إرساء الطبقات فى قاع المحيط. والمعلومة الأساسية كانت متمثلة فى صورة بالأقمار الصناعية لسطوح القمم الأوروبية، حيث تم اكتشاف قسم متفرد وغير مشوش خلال عملية تتابع الحجر الجيرى. وكان لها شكل شبه المنحرف المميز للكربونات فى مقطع عرضى، ومكون الحجر الجيرى شكّلته الشعاب والبحيرات الضحلة التى تحف الساحل. وحديثًا اكتشف جيوفانا ديلابورتا وجيرون كنترز بجامعة أمستردام الحرة اكتشافًا مدهشًا وهو أن التجمعات البكتيرية قد قامت ببناء كل هذه القاعدة وقدروا أيضًا أنه فى وقت تشكيلها، كانت هذه القاعدة مساحتها عدة مئات من الكيلومترات المربعة، وتعد قمم جبال أوروبا أثرًا للقوى الجيولوجية للحياة الميكروبية.

المحيط الممسك

تزخر القارة بأرصفة الكربونات الصاعدة وتراكمات الحجر الجيرى من العصور المختلفة. وهذه التجمعات القديمة من الكربونات قابلة للذوبان فى مياه المطر. والأنظمة الحيوية تعمل على تحفيز عملية الترشيح، حيث تغزو سطح الصخر وتحمل الأنهار الحجر الجيرى الذائب فى اتجاه البحر. وهى تمد المحيطات فى العالم بتيار مستمر من كربونات الكالسيوم الذائبة. وهذا هو أحد الأسباب لميل المحيط للتشبع بالحجر الجيرى.

وقد يتوقع المرء أن يقاوم المحيط هذا الميل القوى للتشبع، وذلك ببساطة، بالسماح للحجر الجيرى الجديد بمغادرة المياه من خلال عملية الترسيب. ومع ذلك فطرق المحيطات ليست مستقيمة، فالمياه مملوءة بالوحل وأحماض الدبال ومواد أخرى تمنع تشكيل البلّورات. ويبدو المحيط ممسكًا: ولا يمكن التخلص بنفسه من كربونات الكالسيوم المذابة.

ولنفترض الآن أنه بحيلة سحرية تم إزالة كل العوائق البلّورية من البحر، فإذا وضعت يدك ساعتها فى المياه ستغطى بمعدن الكربونات وستتكاثر البلورات على كل الأسطح لتسهل بذلك نموها وتزويدها بنواة، وستعانى الكائنات الحية حيث ستتعرض خلاياها الحساسة وأنسجتها إلى المياه المشكلة للقشرة الخارجية الصلبة. وهذا يعنى أن الوحل والمعوقات البلّورية الأخرى تساعد على أن تصبح المحيطات مأهولة.

ضد التكلس

فى المناسبات الخاصة أهتم بتناول المحار؛ حيث إنها من الخارج تكون الأصداف منفرة ومغطاة بالطين أو أتلفتها الطحالب ومخلوقات متجاورة وثقوب، ولكن عندما تفتح مصاريعها يتجلى عالم صغير من الرقة المتقنة. ويبطن سطح الصدفة

الداخلى غلاف شفاف، وتعرض الخياشيم شعيراتها المتعددة والمنظمة بإتقان فى أشكال شعاعية متوازية. فما عملية النظافة هذه التى يمكنها منع القاذورات من سد هذه الأنسجة؟

تنساب مياه البحر خلال تلك المساحة الحية المحدودة، حيثما يتغذى الحيوان ويتنفس، ويتم تغليف الذرات المتدلية فى مادة مخاطية فور نزولها على الأنسجة الحية. وهذا الغطاء الرقيق يسمح لها بالانتقال عبر جيش من الأذرع المنظمة فوق الأسطح الحية تمامًا، مثل الحشائش فى البرارى، ويحمل النبض المتسق لهذه الأهداب الغذاء إلى الفم، فى حين ينتقل التراب والفضلات إلى حافة الصدفة، ومنها يطرد إلى الخارج. وقد جمعنا بعض المادة المخاطية من أصداف البحر، ووجدنا أنها تعيق نمو بلورة كربونات الكالسيوم. وتمنع المادة اللزجة متعددة الأغراض المخلوقات والقشور من النمو على الأنسجة. وأحب أن أسمى هذا الميل من جانب المادة المخاطية لمنع تكوين البلورات تلقائيًا "ضد التكلس".

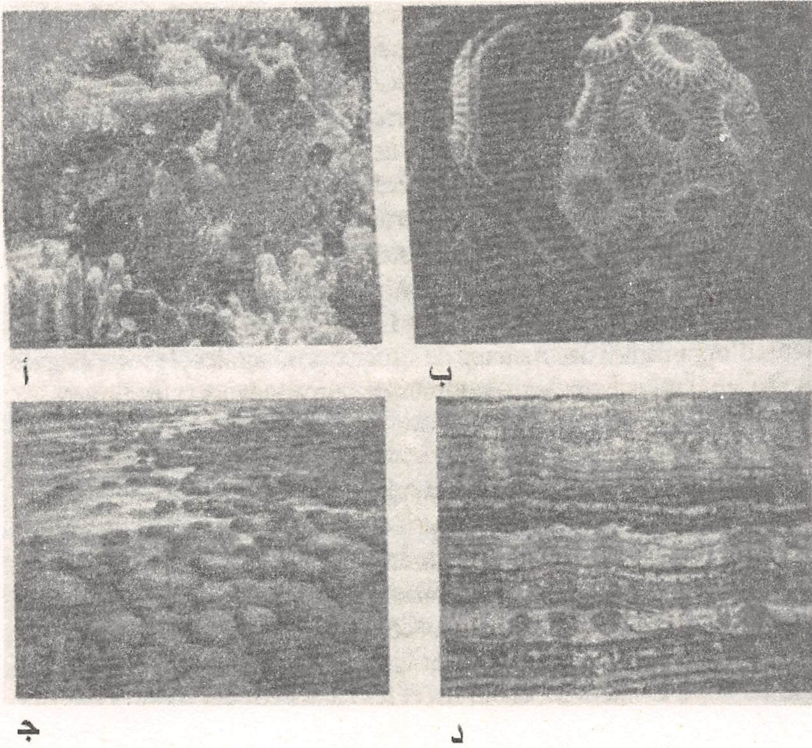
وأصداف البحر ليست الكائنات الحية الوحيدة التى تفرز كميات خصبة من المادة المخاطية فى المياه. ومنع التكلس الذى تسببه المادة اللزجة هو أمر مألوف وحقيقة للأشياء كلها التى تعيش فى البحر، مثل البكتيريا والطحالب والأسماك وغيرها. والمادة اللزجة تجعل الرمال والصخور على الشاطئ صمغية الملمس. ويصاب الغواصون وتغشى عيونهم حين تعكس الثلوج البحرية ضوء المصابيح التى يحملونها. ومحيطات العالم كلها عبارة عن حساء مخفف من مادة لزجة والمياه مشبعة تمامًا بمعدن مذاب إلا أن الترسيب لايمكنه المضى قدما.

كيف يتخلص المحيط من كربونات الكالسيوم؟

من المفارقات أن نباتات وحيوانات المحيط لاتسهم فقط فى منع ترسيب الكربونات بشكل عشوائى، بل إنها المسؤولة أيضًا عن تحرير المياه من أعبائها المعدنية.

ولاتنتج الكائنات الحية البحرية كلها كربونات الكالسيوم بأية حال، ولكن تلك التى تفعل ذلك تنتهج نفس الاستراتيجية العامة. وهى تبنى غرفًا دقيقة تمامًا لتكوين البلورات. وعلى مستوى العالم كانت نتيجة هذا النشاط المتناغم مدهشة. فهى تنتج أصداف البحر على شواطئنا، وأرصفة الكربونات وشعابها، والبحيرات الضحلة فى المناطق الاستوائية والشعاب المرجانية فى البحار العميقة والمروج الكبيرة من الطحالب المتكلسة ***Halimeda*** وهكذا.

وعلى مستوى المحيط هناك ترتيب منظم يعمل، وهو مايذكرنا بنظام أنبوب المياه. ففى داخل الأنابيب يحتفظ بالمياه تحت ضغط ولايمكنها التدفق إلا عند فتح الصنبور. وفى المحيط المشبع يتم عمل شبكة الأنابيب من المادة اللزجة ومواد أخرى ضد التكلس. فى حين أن الكائنات الحية التى تعمل على التكلس تمثل صنابير كربونات الكالسيوم. وفى واقع الأمر فإن الوضع يكون أكثر تعقيدًا، حيث إن كم معدن الكربونات المنتج لا يمت بصلة كبيرة لتشبع مياه المحيط، مثلما هو بالنسبة للنجاح البيئى لأسباب التكلس. ويتم إنتاج المزيد من كربونات الكالسيوم على مستوى واسع حول العالم بشكل يزيد عن المطلوب، لتعويض تدفق المعدن المذاب فى المحيط. ويذوب الزائد من خلال كل أنواع الكائنات الحية التى تدمر المركبات المعدنية فى حين تتولى المياه غير المشبعة فى المحيط العميق أمر الباقى.



شكل ٥-١ : أربعة أنواع من الكربونات :

(أ) المشيدون ؛ (ب) الطائفون؛ (جـ) الناقلون؛ (د) سطيحة في قطاع عرضي.

إننى أقسّم الحيوانات والنباتات التى تعمل على التكلس إلى أربعة أنواع رئيسية حيث يمكن إدراكها فى سجل الصخور. وهذا سيساعد على إعادة بناء عملية تطور إنتاج الحجر الجيرى.

النوع الأول: المشّيدون وهو الأكثر شيوعا حيث إنه يحتوى على الصدفة والدروع العظمى للحيوانات الرخوية والمرجانيات والطحالب المتكلسة ذات الخلايا المتعددة. والأشكال المميزة لهذه البنية المتكلسة تشير إلى تطلب آلية بيوكيميائية عالية التنظيم لإنتاجها. ويحد الحمل الثقيل للأصداف المعدنية عملية توزيع المشيدين على أرضية المحيط.

وعلى الرغم من أن العديد منها يكون فى المياه العميقة فإنها تفضل المناطق الساحلية، حيث يمكنها الاستفادة من ضوء الشمس. وتشتهر بصفة خاصة فى المناطق الاستوائية حيث تبنى الشعاب المرجانية وأرصفة الكربونات.

أما النوع الثانى: فيتمثل فى الطافين فوق السطح الذين يدورون فى مياه المحيط المفتوح. وأهم المجموعات هى ***coclolithophores***، وهى الطحالب أحادية الخلية والمثقبات (الفورامينيفرا) حرة الطفو، وحتى أمتعكم أعرض بعض أمثلة لهؤلاء المنتجين الرائعين للحجر الجيرى هنا وهناك فى هذا الكتاب. وحيث إنهم يعتمدون على الطاقة الشمسية فإنهم يعيقون تكون الطبقة السطحية من المحيط. وحتى يحافظوا على الطفو، تحتاج أصدافهم إلى بنية خفيفة جدًا ومفتوحة، ومثل المشيدين فهم يحتاجون إلى آلية بيوكيميائية منظمة لتكلسهم. ويأتى الطافون فى أعداد هائلة وقد يشكلون قوائم فى كل أرجاء المحيط. وعندما يموتون تنزل الأصداف كالمطر إلى أرضية المحيط حيث تتراكم كرسوبيات كربونانية واسعة تصل أحيانًا إلى كثافة مقدارها مئات الأقدام.

والنوع الثالث من الحيوانات والنباتات التى تساعد على التكلس هم المصرّفون (الناقلون أو الموصّلون) الذين يقومون بالتقاط الحجر الجيرى المذاب من مياه المحيط

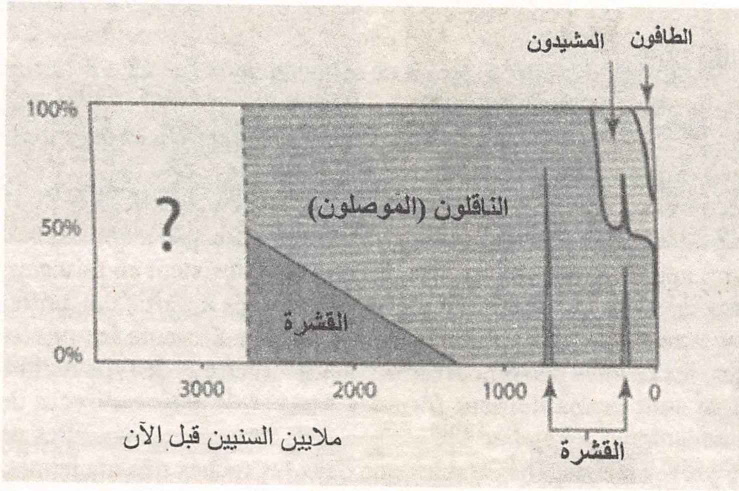
وينقلون المعدن إلى أرضية المحيط التى يعيشون فيها، وهـم لا يقومـون ببنـاء هياكـل محددة، وتبدو المنتجات المتكلسة كالقشور ولكـن بهـا أشـكالاً غـير عاديـة وعُقـدًا وتموجات، ويتم تسميتها "ميكروبياليتس" وذلـك لأن المـصرفين عـادة يكونـون فى شكل جدائل ميكروبية، وهذه الجدائل هى نظم بيئية، حيث تتعاون أنواع من البكتيريا المختلفة معًا للحصول على الطاقة والغذاء وإعادة تدوير المادة المغذيـة وتنقيتهـا مـن المواد السامة. وهم يشكلون طبقة خارجية حية رفيعة تغطى الميكروبـات الـصخرية. وعلى المستوى المحلى فإن مستوى التشبع العالمى بكربونات الكالسيوم داخل الجـدائل قد يزيد بشكل رهيب نتيجة لنشاط الأيض الدؤوب، ولكن البكتيريا تفـرز كميـات متزايدة من المادة اللزجة فى مثل هذه الأماكن حتى يتم منـع ترسـيب المعـدن الـضار، وفقط فى أعماق الجدائل تصبح الطاقة والغذاء نادرين، فهناك تجوع البكتيريـا إلى الحـد الذى يجعلها تهضم المادة اللزجة المضادة للتكلس، وبذلك تثير عملية التبلـور المهمـة. والميكروبياليتس هى معدنة كارثية تنشأ أصلاً من الجـوع، وفى المحـيط الحـالى تجـدها نادرة جدًا هناك، ولكن فى الصخور القديمة نجد سلسلة صخور ضخمة وشعابًا مـن الكربونات مقامة بهذه الطريقة، ومثال ذلك قمم جبال أوروبا.

الحجر الجيرى مـن النـوع الرابـع: يـسمى القـشور ويـذكرنا بالميكروبيـاليتس ولكنها تختلف فى بنيتها الدقيقة. وقد حدد هذا الفرق جون جروتزينجر وآنـدى نـول وزملاؤهمـا فى *MIT* فى جامعـة بوسـطن وفى جامعـة هارفـارد. ففـى حـين أن الميكروبياليتس لها بناء إسفنجى فإن القشرة تتكـون مـن حـزم صـغيرة مـن بلـورات ضخمة تبدو وكأنها قد نمت من مراكز تنمية معينة على الطبقة السفلية، ومثلهـا مثـل الميكروبياليتس، فإن القشور قد تكون بنية ضخمة مثل سلاسل الصخور. ومن المؤكد أنه قد تم تشكيلها بالترسيب المبـاشر مـن ميـاه المحـيط، وفى محيطاتنـا الحاليـة تغيـب القشور واقعيا، وهى تظهر فقط بكميات أساسية فى الصخور القديمة جـدًا، وأعتقـد

أنه فى الأيام القديمة الباكرة لم تكن الخواص المضادة للتكلس فى المحيط متطورة بشكلٍ كافٍ لمنع تشكيلها. وإذا كان عليك أن تضع يدك فى المياه فى المحيطات القديمة لوجدتها فورًا مغطاة بالترسيبات، وبدون الحماية التى توفرها عملية ضد التكلس، لأصبحت هذه المياه أقل ملاءمةً السكنى للكائنات الحية.

٢- بليونان وسبعمائة مليون عام من تاريخ الحجر الجيرى والقشور

يتوافق تصنيفى البسيط إلى طافين ومشّيدين ومصرفين مع المستوى المتناقص من التنظيم البيولوجى فى تشكيل ترسيبات الكربونات النسبية. فعادةً يمكن إدراكها فى السجلات الجيولوجية جيدًا، وهذا يسمح لنا فى الأساس بإعادة تنظيم توزيعها عبر الزمن. والوصف التالى يعبر عن انطباعى المبدئى عن المادة وقليل من ملاحظاتى عليها. هناك بعض أنواع الحجر الجيرى يعود عمرها إلى أقدم من ٧ – ٢ بليون عام، ولكن المادة العلمية حولها غير موثقة أو غير دقيقة حتى يمكن اشتمالها فى إعادتى للتنظيم.



الشكل ٥-٢

توزيع القشور والمصرفين والمشيدين والطافين فى الحجر الجيرى من آخر ٧ - ٢ بليون عام. المحور الأفقي: الأزمنة الجيولوجية بملايين السنين. والحديثة على اليمين (صفر) المحور الرأسي: يوضح متوسط النسب المئوية للأنواع المتعددة من الحجر الجيرى.

وقد عرفت الأرصفة الكربونانية الكبيرة منذ ٢.٧ بليون عام. وهـى تعاقبـات من القشور السميكة و الميكروبياليتس (الكربونات الناتجة عن المصرفين). ويغيب من الصورة المشيدون والطافون. ومع مرور الزمن تتلاشى القـشور حتـى تختفـى نهائيـا، وكان ذلك منذ ١.٣ بليون سنة. وتسود الميكروبياليتس الصورة حتـى تظهـر هياكـل صغيرة للمشيدين فى قاعدة عصر الكمبرى منذ نحو ٥٤٣ مليون سنة مضت.

ومنذ خمسمائة مليون سنة، بدأ المشيدون فى السيطرة على المشهد، لـيس دائمـًا وفى كل مكان: فالحجر الجيرى البكتيرى فى قمم أوروبا عمره ٣٢٠ مليـون عـام، ولم يظهر الطافون على الساحة سوى من ٢٣٠ مليون عام فقط. وقد استغرق الأمر نحـو ٨٠ مليون عـام قبـل أن يـصلوا إلى طـاقتهم كاملـة، ومـن وقتهـا وحتـى الآن وهـم يسيطرون على مشهد التكلس، ومنذ ذلك الوقـت يـتراكم معظـم الحجـر الجـيرى فى أعماق البحر. وكان فى السابق يتم تشكيل معظم المعادن على المنحدرات القارية. وقـد اقترح تيلر فولك بجامعة نيويورك تـأملاً بأننـا لم نكـن لنوجـد إذا لم تحـدث العمليـة الوبائية للطافين.

وقد قام بحساب أثر الكربونات فى البحر العميق فى دورة الكـربون. وخـلال الـ ٦٥ مليون عام الأخيرة كان ثانى أكسيد الكربون بالغلاف الجوى يتناقص بحـدة، ولحسن حظنا أن القوى التكتونية للألواح يمكنها أن تـدفع الأشـكال الـسميكة مـن الحجر الجيرى الطافى بأرض المحيط إلى عمق الأرض. وقد أصبح الحجر الجيرى غـير مستقر فى هذا الجحيم من الحرارة والضغط، فعند تفاعله مع مواد أخرى ينطلـق غـاز ثانى أكسيد الكربون الناتج عن الاحتباس الحرارى ويخـرج مُتفجـرًا بقـوة البراكـين. وهكذا إن لم يتعلم الطافون المتناهون فى الصغر كيفية إنتاج هياكلهم الرقيقة فإن ثـانى أكسيد الكربون الجوى سيكون أقل مما هو عليـه بالفعـل. ومـن المحتمـل أن تتجمـد الأرض وستعجب إن كانت هناك أية حياة بشرية حول المكان. هذه الرؤية الـصغيرة

تشير إلى أنه عبر الزمن الجيولوجى، زادت الحيوانات والنباتات من تحكمها فى إنتاج الحجرالجيرى بشكل ثابت، واختفت القشور كى يتسلم الناقلون المصّرفون مقاليد الأمور ويليهم المشيدون وأخيرًا يظهر الطافون. وقد يكون أهم عامل هو التوقف التدريجى لتشكيل القشور. فاختفاء الحجرالجيرى يميز الوضع الراشد لقوانين عالمية منظمة: "نظام أنابيب المياه والصنابير" التى تميز بشدة المحيط فى وقتنا الحالى.

وهناك قصتان معروفتان عندما عادت القشور للظهور، وإن كان لمدد قصيرة نحو ٦٠٠ و ٢٥١ مليون عام مضت.

كانت اللحظة الأولى وسط كارثة مناخية أو ما يسمى بالأرض ذات الجو الجليدى عندما ساد الجليد المدمر بدلاً من أوقات حارة.

وتواكب الحدث الأخير مع الانقراض الجماعى غير المعروف على الحدود بين العصر البرمى والترياسى عندما قتل ٩٦٪ من الأنواع البحرية. ويمكن أن يتخيل المرء بسهولة أنه تحت مثل هذه الظروف المعاكسة. فإن النظام المعروف باسم منظمة ترتيب أنابيب المياه والصنابير قد انتهك بشدة. وما أجده مبهرًا هو السرعة التى تعانى خلالها النظم من هذا الخراب. كان من الممكن أن يستمر هذا عدة ملايين من الأعوام، ولكن هذا يعد لاشيء مقارنة بعدد بلايين السنين التى استغرقها النظام حتى تأسس فى أول الأمر. ولا شك أننا ندين بهذه السرعة فى التعافى إلى ذاكرة نظام الأرض. وقد يبدو هذا غامضًا ولكنه ليس كذلك.

ولشرح كيفية تأسيس ترتيب "أنابيب المياه والصنابير" فى المحيط فإننى أدعوكم لهذه التجربة الفكرية. وهناك تفسيرات أخرى ولكننى لن أشرحها. فأنا أقارن المحيط بحوض الاستحمام المملوء بالمياه، التى تثار باستمرار وببطء، أضيفت كربونات الكالسيوم الذائبة، وفور دخول المحلول إلى المياه، فإنها تتعكر على نفس النحو بسبب العامل المثير، وببطء يتزايد تركيز كربونات الكالسيوم المذابة حتى يصبح

الماء مشبعًا، ومنذ هذه اللحظة تترسب كربونات الكالسيوم كقشرة على حوائط الحوض. وتعادل الكمية المترسبة كمية كربونات الكالسيوم المذابة التى أضيفت، وهذا هو السيناريو الأول وفى السيناريو الثانى، اتبع نفس الخطوات ولكن هذه المرة أضيف مقدارًا من المادة المانعة للبلورة للمياه. ونتخطى نقطة التشبع، ولكن لا يتبع ذلك أى ترسيب. وفى حقيقة الأمر فإن عددًا كبيرًا من النويات البلورية يتشكل فى الماء، ولكن لأن جزيئات العامل المانع تستقر على سطحها فلا يتمكن النمو البلورى من الاستمرار. ومع استمرار التجربة تقتنص النواة المزيد والمزيد من جزيئات العامل المانع حتى يتم إزالتها كلها من المحلول. ومنذ تلك اللحظة تستمر عملية التبلور كما فى السيناريو الأول، والفارق هو أن هذه العملية يؤخرها العامل المانع. وأنا أسمى تركيز كربونات الكالسيوم الذائبة حيث تبدأ عملية التبلور "التركيز الحرج" ووضعها يعتمد على كم جزيئات العوامل المانعة التى تضاف أولاً، وحيث إنه لاتوجد كائنات تساعد على التكلس حولها، فإن الترسيب كله يكون فى صورة قشور.

وفى السيناريو الثالث نكرر التجربة السابقة. ولكن مع إضافة نظام تكلس ضعيف لحوض المياه مثل نفاية قذرة. وستتكون على أثر ذلك الميكروبياليتس حتى قبل الوصول لدرجة التركيز، ولكن النفاية لم تكن قادرة على الحفاظ على سرعتها مع التزويد المستمر لكربونات الكالسيوم المذابة. ولذلك فإن تركيز هذه المادة يستمر فى الزيادة حتى تصل إلى حد التركيز الحرج. ومن هذه اللحظة ستتشكل قشرة بالإضافة إلى الميكروبياليتسية.

وأخيرًا السيناريو الرابع، حيث نستعمل بدلاً من النفاية القذرة أخرى فعالة، فالميكروبياليت قد شكّل مبكرًا فى التجربة ولم نصل قط إلى درجة التركيز الحرجة. وفى هذا السيناريو لن تتكون أية قشور بعد ذلك، فإضافة مشيّدين وطافين سيزيد فقط من عملية قمع التركيز النهائى الذى وصل إليه حوض المياه.

وعلى الرغم من أن هذه تجربة فكرية بسيطة فإنها قد تساعد فى فهم التاريخ الجيولوجى للحجر الجيرى. فيمكنك أن تقارن تغيرات القشور والميكروبياليتس فى الجزء الأول من القصة ما بين ٢.٧ و ١.٣ بليون من الأعوام بسيناريو رقم ٣. والتاريخ اللاحق يُذكرنا بالسيناريو رقم ٤. ولسوء الطالع فإن السجل الجيولوجى للحجر الجيرى فى الزمن العتيق لا يسمح لنا (بعد) بتقرير، ما إذا كان سيناريو ١ و٢ قد أدرك بعد. وتشير أيضًا التجربة الفكرية إلى أن منع البلورة ومضاد التكلس لا يمكنهما بنفسيهما قمع تكون القشور، فبالإضافة إلى الموانع يلزمنا نباتات وحيوانات تساعد على التكلُّس بكفاءة، ويمكنها أن تحجز كل كربونات الكالسيوم الذائبة القادمة من القارات والتى تمنع الوصول إلى درجة التركيز الحرج.

كوكب غريب

يعد مثال الحجر الجيرى خيانة لبعض خواص الأرض المدهشة. فأول ما يثير الاهتمام هو كيف أن كوكب الأرض هو نظام مزدوج بحميمية. وفى الفصل الرابع أشرت إلى أن علم نظام الأرض ينطوى على أربعة مجالات فاصلة متفاعلة هى الغلاف الجوى - الغلاف الأرضى - الغلاف المائى - المحيط الحيوى (الشكل ٤-٣ب).

ولكن عندما نسمح لقصة الحجر الجيرى أن تغوص فى أعماقنا، نبدأ فى الشك فى أن هذا الأداء اصطناعى. فلا توجد حدود فاصلة بين المجالات الأربعة والحجر الجيرى. ولكنه تدرج فى العملية اللامحدودة للدورة المعقدة للبعد العالمى. وما نراه ما هو إلا شبكة عنكبوتية معقدة ومدهشة من التفاعلات الكيميائية والفيزيقية والبيولوجية. وإذا تخيلنا النماذج الضخمة من إنتاج الحجر الجيرى البيولوجى، سنبدأ فى إدراك أن ذلك النظام شديد التعقيد لدرجة يصعب معها فهمه بشكل كامل. وعالم الحجر الجيرى بعيد عن التوازن ويتسق مع أسلوب البيضة الراقصة وملىء بكل أنواع

الظواهر الغريبة والعابرة التى تظهر. وقد تحدثت للتو عن دورة الحجر الجيرى، ولكن هذا البيان ما هو إلا موجز مختصر. وعندما تلف مكونات النظام تمر بكل أنواع التغيرات الدقيقة بحيث لا تعود إلى نقطة الانطلاق، وعلى مدار الزمن الطويل يمكننا أن ندرك اتجاهًا يمكن أن يتم خلاله قمع ترسب الحجر الجيرى التلقائى بشكل تدريجى، حتى يبقى التكلس البيولوجى غير مباشر، وهو الوسيلة الوحيدة لإنتاج الحجر الجيرى. وتفسيرى هو أن المحيط قد أصبح مكانًا صالحًا للحياة، فهل يمكننا أن نستنتج أن هناك تقدمًا فى العمل مثل الصخرة الحلزونية أو تطور الحياة؟ إن الأرض تدور؟ هل يمكننا حتى أن نقول إن هذا الكوكب يتعلم من الخبرة؟ أترك هذه الأسئلة كما هى.

الفصل السادس

معايشة الخطر

السؤال فى قصة بو الشهيرة ما الشيء الذى دفع الصيادين للبحث عن الموقع الخفى للدوامة مرة بعد أخرى؟ هل كان هذا الشيء هو الارتياح فى الصيد؟ أم هو الانبهار بهاوية الخطر والموت؟ بكل تأكيد، فإن الدوافع معقدة؛ فهى متضادة ومتكاملة البعض فى الوقت نفسه. وقليل من الناس هم من يدركون هذا التشابه الجزئى الصارخ مع مواقفنا التى نتعايش معها كل يوم. فنحن كمن يتأرجح على حافة بركان، ندفع وباستمرار إلى كل أنسجتنا بهذه المواد الحيوية الكيميائية الضارة، مثل الأكسجين؛ فهو يمدنا بالقوة ويمنح أجسامنا الانسيابية والاستمرارية، لكنه فى النهاية له تأثير مميت. وحتى الأرض ذاتها، فهى واقعة فى الدوامة نفسها. ويبدو وكأن كوكب الأرض يدفع بالأكسجين فى الهواء إلى المستوى الأقصى لحيوية الدواب، لكن جرعة الأكسجين هذه تقترب من الحد الخطير المخيف. وهذه الحالة الصارخة لم تظهر بين يوم وليلة، لكنها استغرقت بلايين السنين حتى يكتمل بناؤها ثم تولية هذا النظام للأمام فى اتجاه بعيد عن حد الأمان، ولكن فى حالة اتزان ممقوت. وإذا كانت هناك أية مادة تجعل من كوكب الأرض مكانًا أشبه بالعسل المر يكون فيه القضاء والقدر متلازمين، فإن هذه المادة هى الأكسجين.

وتفاعل غاز الأكسجين يعد قويًا للغاية، لدرجة أنه يؤدى إلى انفجار غاز الهيدروجين- بقليل من عامل حافز- وإضرام النيران فى المواد العضوية مثل الورق والخشب. لكن لننظر كيف تم كبح جماح هذه القوى الكامنة المتلفة فى داخل أجسادنا

بهذه الروعة. فبعد دخول تيار الدم من خلال الرئتين، يتم تنقيته على الفور وتغليفه جزىء جزىء بواسطة بروتين الهيموجلوبين، وبعد ذلك ينتقل الدم النقى إلى كل خلية من الخمسين مليون خلية التى يتكون منها الجسم البشرى.

كذلك الطعام الذى نأكله، يتم تفتيته داخل الأمعاء إلى مرّكبات يمكن التحكم فيها قبل دخولها إلى تيار الدم الذى تم تنقيته من قبل، وهناك تبدأ رحلة التفاعلين الاثنين جنبًا إلى جنب -الطعام والأكسجين - دون أن يتلاقيا، حتى يصلا إلى عملية إنتاج الطاقة، فى داخل كل خلية من الخلايا، وهناك يتم السماح لهما بالتفاعل معًا كى ينفثا قوة الطاقة الكبيرة، خطوة خطوة فى أجزاء صغيرة: وهكذا يكون لكل خلية المقدرة على استرداد جزء من الطاقة واستخدامها وتخزينها بنسبة عالية بصورة تدعو للدهشة؛ لأن ذلك يتم بحرص كبير. وناتج هذه التفاعلات من غاز ثانى أكسيد الكربون والماء، يتم التخلص منهما من خلال تيار الدم نفسه، ويتم إطلاقه من خلال الرئتين إلى المجال الجوى. والمصطلح العلمى لعملية حرق الطعام هو التنفس، ويجب ألا نندهش عندما نعلم أن التطور قد أخذ دهورًا لتفهم هذه الآلية التى تعمل ببساطة فى مستوى شديد التعقيد. ومما يدعو للدهشة الأكبر، هو أن عملية التنفس لاتأتى فقط بحصيلة غير عادية من الطاقة، لكنها تساعد أيضًا فى حماية الخلايا، فمن خلال تسهيل عملية تفاعل الأكسجين مع طعامنا، تساعد على التخلص من هذا السم الخفى بعيدًا.

وجزىء الأكسجين فى حد ذاته ليس مؤذيًا، فبعض نواتج التفاعل المتوسط لعملية التنفس هى المسؤولة عن الأذى، وأسوأها ما يسمى شق الهيدروكسيل المتأصل، وهو أحد أهم المواد الكيميائية المتفاعلة المعروفة، وهذه المادة تدمر كل الجزيئات العضوية التى تقابلها بما فيها الحمض النووى الجينى *DNA* والبروتين والدهون والسكريات. وهى تحولهم إلى شق تفاعلى وتحول نفسها إلى جزىء مائى غير ضار. ثم يأتى الدور على الجزىء الاشتقاقى ليدمر أحد جيرانه. وهكذا تتحرك سلسلة من التفاعلات التى يصعب وقفها، وهذا يؤدى بدوره إلى السرطان، وتقدم

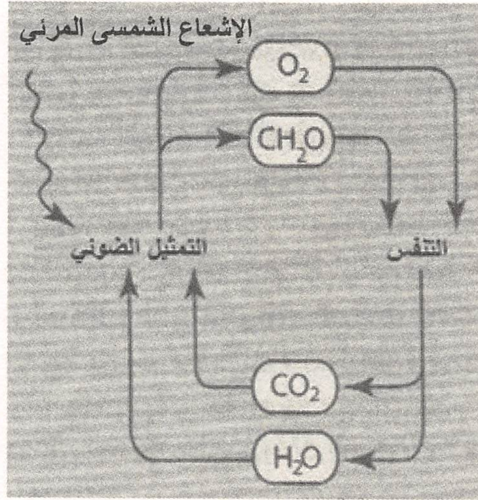
السن وحدوث الموت. وهذا يعد جزءًا من الثمن الذى يتعين علينا دفعه جراء اعتمادنا على الأكسجين. وإن لم يكن النظام كله مغمورًا بكل أنواع وآليات الحماية التى تضبط توتر الأكسجين، لكان الموت السريع أمرًا محتومًا.

والتنفس هو إحداها، فنحن متخمون بالكيمياويات التى ليس لها هدف سوى العمل على إخماد نشاط الشقائق. على سبيل المثال، آلية الماكروجزيئية التى تشمل أكثر من ٧٠٠ جين تعمل باستمرار على إصلاح الحمض الجينى *DNA* فور فساده. ومع ذلك فلا يوجد من هو محصن ضد تقدم العمر أو الموت، حيث تنجح بعض شقائق الأكسجين فى التسلل خلال نظام الحماية المحكم.

ازدواج قوى

وما ثبت صحته على الإنسان، ينطبق على المحيط الحيوى كله، فالبرودة والنار الشديدة لعملية التنفس تنتشر فى كل مناحى الحياة بالكوكب. وإن لم يتم تعويض عملية التنفس بآلية مكملة، ستلتهم كل المواد الغذائية فورًا وستمر الحياة على الأرض بمجاعة.

ونحن حقًا محظوظون لأن النبات والطحالب والبكتيريا الخضراء يقومون بهذا الدور المتواضع للحفاظ على الحياة. وهذه الكائنات الحية تعيش على التخليقات الضوئية، وتستخدم الطاقة الشمسية للحصول على نواتج التفاعل فى عملية التنفس ثانى أكسيد الكربون والماء- وتحويلها إلى مادة عضوية (غالبًا من نفس الكتلة البيولوجية) أكسجين. ويظهر الشكل (٦-١) - الترتيب الخلقى لعملية التنفس والتخليق الضوئى فى الطبيعة. والعملية بأكملها تكون عالية الكفاءة، حيث إن جزءًا دقيقًا واحدًا من كل المواد العضوية المشكلة يضيع فى البيئة. وهذه الكفاءة هى السبب للاعتقاد بضرورة اعتبار هذا الثنائى كمنظم كونى للحياة والموت وكناتج سلبى أسطورى نشأ من تلقاء نفسه تمامًا.



شكل ٦-١

الدورة البيولوجية للتمثيل الضوئى (التخليق الضوئى) والتنفس

وفوق هذه الثنائية البارزة فى عملية التنفس فإن للتمثيل الضوئى (التركيب الضوئى – التخليق الضوئى) خواص أخرى تستحق التطرق إليها. وقد ذكرت سابقًا بالفعل أنه تحت ظروف معينة مناسبة، يؤدى التفاعل بين الأكسجين والهيدروجين للانفجار. ولكن على الرغم من تنفيث هذه الطاقة الرهيبة، فإن كائنات التركيب الضوئى تكون لها القدرة على عكس التفاعل من خلال تحليل وفصل المياه إلى هيدروجين وأكسجين. وفى الحقيقة فإن أشعة الشمس فوق البنفسجية لديها الطاقة الكافية لأداء هذه العملية من تلقاء نفسها بدون أى تدخل بيولوجى.

والآن لنفترض هذا السيناريو وفيه تنتشر أشعة الشمس فوق البنفسجية وبشراسة، كذلك بخار الماء فى الجو، ولذلك ينقسم إلى غاز الهيدروجين والأكسجين. تكون الكثافة الخاصة بالهيدروجين منخفضة إلى الحد الذى يسهل معه هروبه إلى الفضاء ليضيع للأبد. وهكذا تعمل آلية عجيبة حيث لا يتبقى شىء على الكوكب ليمنع المياه من التحلل، وفى النهاية يتبقى كوكب جاف ذو جو متخم بالأكسجين وثانى أكسيد الكربون. ومن المخيف أن ندرك أن خاصيتين صغيرتين فقط فى المعمار الجوى الحالى هما المسئولتان عن منع ذلك. أول خاصية تتكون من درع الأوزون فى الجزء الأعلى من الغلاف الجوى، وهذه الطبقة من الـ $O3$ تتشكل تلقائيا فور ارتفاع مستوى الأكسجين الجوى فوق الحد الأدنى. وبدقة فإن الأشعة فوق البنفسجية هى التى تدفع عملية تشكيل هذا الغاز غير المستقر بشكل كبير، وما يقوم به درع الأوزون هو امتصاص الأشعة فوق البنفسجية، لتحمى جيدًا الجزء السفلى من الجو، وكذلك تحمى أسطح المحيطات والقارات من هذا الإشعاع المدمر.

ومع ذلك فإن درع الأوزون لايعد كافيا؛ فحرارة الشمس قد تجبر مياه المحيطات على التبخر، ومن المتوقع أن ينزل البخار إلى الجو من خلال درع الأوزون. وهكذا، ففى هذا السيناريو يمكن أن ترحل عملية فصل المياه إلى طبقات الجو العليا،

وعندها سيشكل درع الأوزون فرقًا طفيفًا - ولكن لحسن الطالع فهناك خاصية جوية ثابتة تحفظ الأرض صالحة للسكنى، وعمليتها معروفة لأى أحد يسافر على متن الطائرات على ارتفاع ٣٠.٠٠٠ قدم. وتكون عادةً متدرجة الحرارة فى الخارج فى حدود" - ٥٠ درجة مئوية"، وهى درجة منخفضة تكفى لتجميد أى بخار ماء ينزل من الغلاف الجوى العميق، وهكذا ففى جونا اليوم لا تفعل المياه ذلك أبدًا، بسبب الأوزون الذى يعلوها مباشرة وهذان المكونان فى السيناريو السيئ - بخار الماء والأشعة فوق البنفسجية، يتم حفظهما متفرقين بأمان على كوكبنا. إنه توافق إعجازى، فبدونه لم تكن المركبات الضوئية لتظهر. ولنلاحظ أنه فى الزمن البعيد الماضى كان الوضع مختلفًا تمامًا. وإذا افترضنا عدم وجود أكسجين فى الجو، فكذلك لن يوجد درع الأوزون. ومن الأرجح حينئذ فى الأيام الباكرة الأولى أنه تم فصل المياه بالأشعة الشمسية. ومن الواضح أن هذا الوضع لم يدم طويلاً بدرجة كافية لإزالة كل المياه من على الكوكب.

وكما قلت للتو فإن الجزء المرئى من طيف الضوء الذى تشعه الشمس ينطوى على طاقة غير كافية لتفكيك جزيئات الماء المستقرة، وذلك على النقيض مع الأشعة فوق البنفسجية.

وهذا ما يحدث بدقة على الصعيد الكبير، وفى المسافة بين الغلاف الجوى والمحيطات والقارات المحمية من الأشعة فوق البنفسجية التى تسبح فى الإشعاعات المرئية غير الضارة، يوجد عدد غير محدود من الأقماع الضوئية ذات الحجم الجزيئى. وكل واحد منها يعمل كعدسات تجمع تيار الضوء الوارد تجاهها وتوجهه إلى نقطة تركيز واحدة. وهذا هو المكان تحديدًا حيث تحمل جزىء الماء لأعلى. وكثافة هذا الضوء المركز تكون كافية لتكسير الماء إلى مكوناته من ذرات الأكسجين والهيدروجين.

وهذه المواد المتفاعلة لا يسمح لها بإعادة الاتحاد مرة أخرى، ولكن يتم توجيهها إلى طرق منفصلة، ويجبر الهيدروجين على التفاعل مع ثانى أكسيد الكربون (CO_2) مشكلا مادة عضوية *CH2O* ويبقى الأكسجين داخل الغلاف الجوى قبل أن يسبب أى أذى.

إنها تلك الأداة الغريبة والمعجزة التى تُشكل أجهزة التخليقات الضوئية الحديثة. والدليل المتاح لدينا يشير إلى أن الحياة قد اخترعتها فى وقت مناسب قبل ٢.٧ بليون عام، فى عهد أسلاف البكتيريا السامة. وعلى الفور، أصبحت القوى العظيمة لهذه الخلايا الخضراء الدقيقة متجلية فى الجماعات البكتيرية المغمورة بالضوء. وهذه القدرة الفريدة على فصل جزىء الماء الثابت جعلها أعظم منتج للمجال الحيوى وكذلك كمصدر بدائى للغذاء لكل الكائنات الحية الدقيقة المرتبطة بها.

ولاحقًا ينصهر بعض منها مع كائنات حية دقيقة أخرى من أجل تشكيل الطحالب التى أصبحت بدورها أسلافًا للنباتات الوعائية التى استعمرت القارات منذ ٤٥٠ بليون سنة. والآن هذه البكتيريا السامة (سيانوبكتيريا) فى كل الأشكال التى تتخفى فيها (مثل المجتمعات الميكروبية أو فى النباتات الخضراء). وتمتلك الآلية الرئيسية لاسترداد الطاقة لكل ما هو حى، وتنتج مجازًا كل أكسجين المجال الجوى. وقبل ظهور هذه البكتيريا السامة كانت هناك أنواع أقل تعقيدًا من المخلقات الضوئية التى تحافظ على شكل المحيط الحيوى. وعلى الرغم من أن هذه الآليات قد لعبت أدوارًا مهمة فى نظم بيئية معينة، فإنها لم تكن قط فى أهمية المخلقات الضوئية المنتجة للأكسجين، وذلك ببساطة لأنها تعتمد على المواد الأقل فى طلب التزويد بالماء (مثل كبريتيد الهيدروجين أو الحديد المختزل).

والآن أتمنى أن يبدأ فى إدراك حقيقة العالم العجيب المتناقض الذى نعيش فيه نحن سكان الأرض. ويبدو أن هناك ميزتين فيزيقيتين جاءتا بمحض الصدفة لمنع

الجفاف الكامل للأرض. وهناك درع الأوزون الذى شكلته الأشعة الشمسية فوق البنفسجية فى خارج غلافنا الجوى، ليمنع الأشعة فوق البنفسجية من التغلغل إلى أعماق فجوات المحيط الجوى. ويمنع هذا الماء البارد المحبوس ارتفاع بخار الماء فوق طبقة الأوزون. وهذا يحفظ الماء على الأرض ويوقف التشكيل التلقائى للأكسجين. وبهذا يتيح الفرصة للمخلقات الضوئية، لتصبح المنتج الأوحد لهذا الغاز. وحاليًا يشكل الأكسجين ٢١٪ من الغلاف الجوى، وتضفى تفاعلات كبيرة على المجال الجوى بما فيه نحن البشر قوى جبارة. ولكن قد يعقد المرء مقارنة بينها وبين غاز الأعصاب. الذى سيكون كافيا لتدمير معظم الحياة على الأرض فورًا بما فى ذلك البشر.

ولنتخيل سفينة فضاء بها مخلوقات فضائية تقترب من هذا الكوكب. ياله من جمال، سيكون ذلك مأوى رائعًا وسيهبط من فيها ويفتحون الباب ثم يموتون فى جحيم السعير، ياله من كوكب عجيب.

ومن الصعب تخيل كيفية بدء الحياة فى مكان مثل هذا، ولمحاولة اكتشاف ذلك يتعين علينا البحث فى تركيب الغلاف الجوى فى الماضى البعيد. ولكن هل يمكننا الآن أن نعرف ماذا كان حال الهواء منذ بلايين السنين. على الصعيد النظرى يميل العديد من العلماء للاعتقاد بأن الغلاف الجوى الأصلى للأرض كان يشبه الغلاف الجوى لكوكب الزهرة والمريخ حاليًا. فمكوناته الرئيسية هى ثانى أكسيد الكربون مع غازات أخرى مثل النيتروجين والأكسجين. ولكن هل يمكننا التأكد من ذلك؟ هذا السؤال يمثل تحديا كبيرًا لعلم نظام الأرض. فقط الباحثون الشجعان هم الذين يستطيعون تحمل مسؤولية مثل هذا المشروع، ولكنه تم بالفعل، وما كان معروفًا بالفعل نجح فى وضع قيود قوية على خيالنا. لذا دعونا نخض فى الرؤية البعدية للأكسجين.

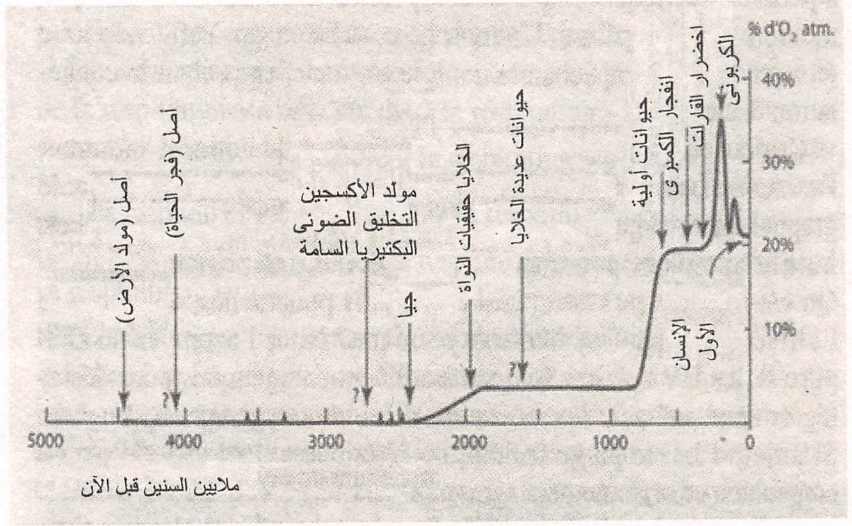
الفصل السابع

الهاوية السحيقة

يرغب الصحفيون المتحمسون أن نعتقد بأن العلم هو عمل الأبطال، لكن هذه الفكرة منافية للعقل بالطبع، إلا إذا وصفنا تحصيل العلم فى حد ذاته بالعمل البطولى. وعلى الرغم من أن قلة من العلماء سيرفضون هذا الإطراء، فإن مكانهم يأتى فى مرتبة التابعين. وهم تابعون للحقيقة والإنسانية والكوكب إذا أردت ذلك، ولكن له قدر محدود وبما أن ذلك قد قيل من قبل، فأود أن أشير إلى استثناء واحد، فإذا كان علىَّ اختيار البطل المفضل لى فى العلم، فسأختار البروفيسور هينرش د.هولاند الأستاذ المتفرغ بجامعة هارفارد. فقد كان من أوائل العلماء النادرين الذين قرروا إعادة دراسة تاريخ أكثر الأجزاء الشاهدة على تاريخ الأرض، وهى المحيطات المائية والمحيط الحيوى والصخور والقارات وبقايا الكائنات الحية، وكان هذا الأستاذ من العلماء النادرين الذين أعادوا دراسة التاريخ. وكان ذلك فى الستينيات، عندما اختار عددًا كبيرًا من المتخصصين الذين أعادوا دراسة التاريخ، وكان معظمهم من الجيولوجيين الذين درسوا أكثر الشواهد المادية على تاريخ الأرض والصخور والقارات وبقايا الكائنات الحية. وهو لم يقيد نفسه بآخر جزء من الوقت، لكنه تبنى التاريخ الجيولوجى من البدايات الأولى أى منذ ٤.٥ بلايين سنة مضت وحتى وقتنا الحالى. وقد يتوقع المرء أن شخصًا بمثل هذا الطموح قد يكون من النوع الذى يلوح بيده، ولكن هولاند يعوض المنظور الفخم لمادته بفكر نقدى عال. وعندما تناقش أفكاره معه، ينصت لك بكل عطف، ثم يحبطك ببعض الأسئلة المتصلة والمؤلمة والتى لم تطرأ

على تفكيرك قط. ومن الصعوبة مناقشة العلوم مع هولاند، ولكن عندما تجتاز الاختبار فلتعلم أنك على الطريق الصحيح. وقد كتب ديك هولاند العديد من البحوث العلمية والكتب الكلاسيكية حول تاريخ المحيطات والغلاف الجوى. وقد اخترت عنوان كتابه الذى شاركه فيه أولريش بيترسون حول البيئة للفصل السابق، لأن مخاطر الحياة هى ما يدور حوله هذا الفصل.

وكانت تركيبات الغلاف الجوى فى الزمن الجيولوجى الماضى لا يمكن قياسها مباشرة، وكان على المرء تبنى اتجاهات غير مباشرة للبحث عن دلالات فى سجل الصخور. وعلى سبيل المثال فإن التركيب المعدنى للتربة القديمة كان يظهر حجم الأكسجين الموجود فى الهواء، والذى كانت تتعرض له، فمعدن مثل الذهب الخادع أو بيريت الحديد (FeS_2) معروف عنه الاستعداد للتفاعل مع الأكسجين والماء مسببًا الصدأ (Fe_2O_3) وحمض الكبريتيك أو عند وجود كالسيوم حولهم ينشأ الجبس ($CaSO_4 . 2H_2O$) لذا عندما يكون هناك الكثير من قطع الذهب الخادع فى عينة التربة ولايوجد صدأ أو جبس فيعنى ذلك غياب الأكسجين. ومثال آخر هو الكلوروفيل؛ هذه الصبغة الخضراء بالنباتات، ونواة جزىء الكسجين المولد للمركبات الضوئية. يمكن للجيولوجيين الكيميائيين (الجيوكيميائيون) أن يدركوا نتاجها المخطم فى عينات الصخور لديهم ويستخدمونه دليلا على أن المركبات الضوئية كانت موجودة فى الجوار عندما تشكلت الرسوبيات القديمة. وهناك العديد من الفرق حول العالم التى تعمل على تنمية هذا النوع من المعايير، وهولاند هو القاضى المثالى الذى يمكنه تفسير صحة ذلك القول. وقد نشر رؤيته الحالية فى مسألة الأكسجين فى صورة رسم بيانى مع بعض صفحات مليئة بالتعليقات النقدية. ولاختصار هذا النقاش سأترك النقد وأتحدث عن الرسم البيانى (شكل ٧-١) مع التواريخ المحتملة لبعض الأحداث الجيولوجية والتطورية الرئيسية. وينظر هولاند نفسه لهذه النتيجة على أنها صحيحة كيفًا، ولكن نتائجها الكمية يجب أن ينظر إليها بدرجة كبيرة من الشك.



شكل ٧-١

تاريخ تطور الأكسجين خلال الـ ٤٦٠٠ مليون سنة الماضية. الزمن الحديث يمثل على يمين الشكل، والمحور الرأسى يعطى النسب المئوية للأكسجين فى الغلاف الجوى.

ويجب ألا ننسى أن الرسم البيانى بالشكل ٧-١ هو نتائج العلم ولا يمكن النظر إليه كحقيقة مطلقة. وهناك سيناريوهات أخرى مقترحة حول تطور الأكسجين، ولكن نظرًا للإطار المحدود لهذا الكتاب يتعين علىّ تجاهلها. إلا أن هذا المنحى هو أحد أهم النتائج الحاسمة لعلم نظام الأرض، التى تعكس الرؤية البعدية لتاريخ الأرض. وإذا ما انتقلنا من الجهة اليسرى لليمنى، سنجد أنها تمثل عملية تطور الأكسجين الجوى المسجل على مر الزمن الجيولوجى - أكثر من ٤ بلايين سنة.

وكما نرى فإن مكون الأكسجين فى الغلاف الجوى كان يقترب من الصفر فى الأيام الأولى، وبعد ذلك بكثير ظهر فى عدة أنشطة مفاجئة، حتى وصل، كما هو متوقع اليوم إلى مستوى ٢١٪. ومعالجتى لهذا التقدم الكبير يجب أن تبقى محكمة، برغم أننى سأحاول أن أظل على مقربة من الحقائق قدر المستطاع. وسأركز بصفة خاصة على بعض الآليات التى يعتقد حاليا أنها المسؤولة عن تشكيل المنحنى، وعلى العلاقة مع تطور الحياة. وفى الفصل الثامن ستفحص بعضًا من المضامين الأسطورية لهذه القصة، ونتدارس تحليلاً لعملية تطور الحجر الجيرى الذى يجب أن يوضع فى الاعتبار (الفصل الخامس).

آليات على الأرض الأولى

هناك اتفاق عام على أن مستويات الأكسجين كانت منخفضة بحدة منذ نشأة الأرض منذ ٤.٥٨ بليون عامًا، وحتى نحو ٢ بليون عامًا بعدها، ونحو ٢.٤ بليون عام مضت، ومن المحتم أن الأرض كانت مكانًا عاصفًا فى ذلك الحين لأن الطاقة المشعة الداخلية التى تغذى دورة الصخور كانت لا تزال فى حالة تزويد واسع.

وفور أن أصبحت القشرة الأرضية صلبة، فلابد أن سطحها كان من الفسيفساء المنقولة من الجزر البركانية، والأجسام المائية، فى حين أن الشمس كان إشعاعها أقل كثيرًا فى الكثافة عما نشاهده اليوم. ولمنع تجمد المياه فلا بد أن الغلاف الجوى كان غنيا بالغازات الصادرة عن الصوبات الزجاجية للنباتات، مثل بخار الماء، وثانى أكسيد الكربون، وربما غاز الميثان. وفى الحقيقة فإن معظم الخبراء اليوم يوافقون

على أن درجة حرارة الغلاف الجوى قد تصل إلى ٨٠ درجة مئوية. وللغرابة أن الكيميائيين الجيولوجيين (الجيوكيميائيين) لديهم مادة علمية تبين أنه من الممكن أحيانًا أن تتطور وحدات من الأكسجين برغم أن هذه الأماكن لم تتضمن أكثر من أثر، وهو ليس كافيا على أى حال لإيذاء جدودنا الأوائل (النتوءات الصغيرة فى الرسم البيانى). وما عساه يكون السبب وراء هذه الانحرافات المحلية حتى قبل ظهور التخليقات الضوئية المولدة للأكسجين؟

وكما نتذكر من الفصل السادس فإن الأشعة فوق البنفسجية بها طاقة كافية لفصل جزيئات الماء تلقائيًا، ليتسرب الأكسجين والهيدروجين. وعلى الرغم من أنه فى أرضنا الحالية يعمل الصمام الجوى البارد وطبقة الأوزون معًا لمنع وصول هذا الإشعاع العدوانى للماء، فإنه لم يكن هناك مثل هذا المانع فى الأيام الأولى. وداخل الأكسجين يمكن ألا يوجد أى أوزون، ولذلك يمكن أن تصل الأشعة فوق البنفسجية بسهولة إلى سطح الأرض أو على الأقل للحقول الدنيا الرطبة بالغلاف الجوى. وفور تحرر الهيدروجين يمكنه الهروب إلى الفضاء تاركًا وراءه الأكسجين الحر، وهناك عدة أسباب لبقاء هذه المستويات بهذا الانخفاض الزائد. ولاتعد الأشعة فوق البنفسجية وحدها آلية غير ذات كفاءة لفصل الماء. بالإضافة إلى أن البراكين عالية النشاط قد جاءت إلى السطح بكميات ضخمة من المواد التى تفاعلت فعلاً مع الأكسجين وسحبتها من الهواء مرة أخرى. ويمكن للمنتج المتأكسد مثل صدأ الحديد غير القابل للذوبان، أن يتراكم على القشرة الأرضية.

التعقيدات فى إدارة الأكسجين فى الوقت الحاضر

ظل هذا الوجود المبكر والمحلى المعتدل للأكسجين فى المحيط الجوى شأنًا جويًا بسيطًا نسبيًا، لا يتطلب بالضرورة أن يشمل الحياة. ومع قدوم التخليقات الضوئية المولدة للأكسجين، والتى قدر بعض المتخصصين ظهورها منذ ٢.٧ بليون عامًا، ستصبح أكثر الأشياء تعقيدًا. دعنا أولاً ننظر إلى الشكل ٦-١، دورة التخليقات الضوئية والتنفس التى ناقشناها بالفعل فى الفصل السابق، وإذا ماسألت عالمًا

بيولوجيا عن أصل الأكسجين فى الهواء، فهذه هى الآلية التى سيصل إليها. وكما رأينا فى الفصل السابق فإن ناقل الحركة للتخليقات الضوئية للبكتيريا السامة والطحالب والنباتات يجبر الضوء المرئى على فصل جزيئات الماء H_2O إلى أكسجين حر O_2 وهيدروجين H_2، وقد ظهر الهيدروجين للتفاعل إلى الوجود من أجل التفاعل مع ثانى أكسيد الكربون مما يؤدى إلى تشكيل مادة عضوية CH_2O وهى المواد التى تتشكل منها الكائنات الحية. وعلى الصعيد الآخر فإن الكائنات الحية مثلنا، التى تعتمد على التنفس للحصول على الطاقة تسمح للأكسجين والمواد العضوية بالتفاعل حتى يتوافر الماء وثانى أكسيد الكربون مرة أخرى للجولة التالية فى هذه الدورة البيولوجية، ومن السهل إدراك أن هذه الدورة البيولوجية للأكسجين ليس لديها القدرة وحدها على عمل تراكمها الجوى. ويتفق الشكل ٦-١ مع الموقف الحقيقى لأن الدورة الواقعية تدور بكفاءة ملحوظة، حيث يعاد استخدام كل الأكسجين المنتَج على الفور، فماذا يسبب هذا التراكم؟

لفهم هذه المسألة علينا أن نتخلى عن النظرة الضيقة للبيولوجيا وتبنّى منظور أوسع لعلم نظام الأرض. ويوضح الشكل ٧-٢ عرضًا شاملاً لأهم العمليات المتضمنة.

ونحن ندرك الدورة البيولوجية على يسار النظام، وهى تشكل فى الحقيقة مصدر الأكسجين والآلية التى يتم بها إنتاج الأكسجين فى المقام الأول. بالإضافة لذلك، هناك آليات لتراكم الأكسجين ومصارف الأكسجين المتعددة والمفتاح لتراكم الأكسجين الجوى هو التسرب الدقيق فى الدورة البيولوجية.

ويدفن نحو واحد فى الألف من كل المواد العضوية المنتجة على المستوى العالمى فى الرسوبيات، وهكذا تهرب من طاحون التنفس، وعلى الرغم من التسليم بأن هذا التدفق للمواد العضوية إلى الرسوبيات غير مذكور، فإن دورة هتون للصخور تتصف

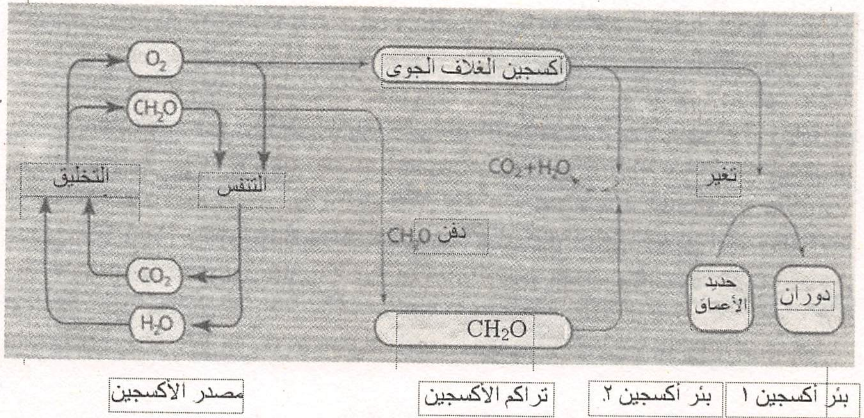
بأنها شديدة البطء، حتى إن المواد تبقى مدفونة لفترة طويلة فى حدود ٣٠٠ مليون عام فى المتوسط.

ونتيجة لذلك يكون مخزون الكربون العضوى فى الصخور الرسوبية ضخمًا، ويوجد ما يعادل ٢٥٠٠٠ مرة من التجمعات البيولوجية الحية اليوم فى الأرض، وتحت أقدامنا، ونحن نميل للنظر إلى الفحم والزيت والغاز كمكونات رئيسية، ولكنها فى حقيقة الأمر وقود حيوى مهم اقتصاديًا، ويمثل جزءًا صغيرًا فقط من كامل المخزون العضوى، والجزء الرئيسى منها يكون موزعًا فى الصخور الرسوبية كمواد عضوية بدون أى أهمية اقتصادية.

ومع كل ذرة كربون يتم تخزينها كمادة عضوية فى الرسوبيات، يتم سحب جزىء أكسجين من الدورة البيولوجية حتى يمكنها الهروب إلى الغلاف الجوى. والآن يمكننا أن نرى مضامين حاسمة، وبدون دفن كتل كبيرة من المواد العضوية فى الرسوبيات، لايمكن لأكسجين المجال الجوى أن يتراكم، فى حين أن الدورة الجيولوجية وما تدفنه من مواد عضوية فى الرسوبيات تكون هى القوة الدافعة لتراكماتها وتعمل كمصدر للأكسجين كما أنها هى المحركة لتراكمه. ودورة الحياة تدور بسرعة شديدة، وتدفقاتها تكون ضخمة، لكن مخزونها يكون ضئيلاً. وبالمقارنة فإن الدورة الجيولوجية شديدة البطء وتدفقاتها تكون قليلة، لكن مخزوناتها من المواد العضوية والأكسجين تكون كبيرة.

حقيقة أن مستويات الأكسجين الجوى قد ارتفعت من الصفر إلى ٢١٪ على مر الزمن الجيولوجى، فذلك يعنى أن تجمعات المواد العضوية فى الرسوبيات قد زادت تلازميا. وإذا افترضنا أن التركيز الشديد للمواد العضوية فى الرسوبيات قد بقى ثابتًا طوال الزمن الجيولوجى، فيمكننا الاستنتاج بأنه كان هناك اتجاه نحو تجمعات كبيرة من الرسوبيات.

ولفهم ذلك علينا أن نتذكر أن الرسوبيات قد وجدت فى دورة الصخور لهتون، وما هى إلا تراكمات نتيجة لعملية تجوية مستمرة مستمدة من القارات ووزعت حمولتها أسفل المنحدر القارى على سطح المحيط. وقد رأينا أيضًا فى الفصل الرابع أن ما أطلقنا عليه دورة الصخور هو فى الحقيقة عملية لولبية لأن التجمعات القارية تتزايد مع كل مرة تلف فيها الدورة. وإذا سلمنا بأن هذه الزيادة القارية تتضمن تشكيل تجمعات أكبر وأكبر من الرسوبيات، فسوف نبدأ فهم السبب فى استطاعة الأكسجين الترسب فى المجال الجوى، والفاعل ليس الحياة فقط كما يميل البيولوجيون للاعتقاد، ولكنها الحياة ودورة الصخور معًا. وعلم الجيولوجيا وعلم البيولوجيا وحدهما ليسا قادرين بالقدر الكافى على فهم قصة الأرض ونحن فى حاجة إلى المنهج المتكامل لعلم نظام الأرض.



شكل ٧-٢: الآليات التى تحدد تراكم الأكسجين الجوى.

يسارًا: الدورة البيولوجية للتخليقات الضوئية والتنفس والتى تعمل منتجا للأكسجين الجوى.

الوسط: دفن المواد العضوية CH_2O فى الرسوبيات الذى يتسبب فى هروب الأكسجين للغلاف الجوى وتراكمه. تراكمات المخزون العضوى الكبير فى أعماق الأرض كجزء من دورة الصخور، وتتطلب إنتاج الحرارة الداخلية للأرض.

مصرف الأكسجين (١)

تأتى دورة الصخور بالتجمعات الرسوبية بمخزوناتها من المواد العضوية إلى سطح القارة. وبناء على تعريضها، تتفاعل المواد العضوية مع الأكسجين الجوى مكونة ثانى أكسيد الكربون والماء فتصبح متاحة للدورة البيولوجية. وتأثير عملية التجوية هذه هو التقليل فى حجم مخزون الكربون العضوى والحد من تراكم الأكسجين الجوى.

مصرف الأكسجين (٢)

تعتمد الآلية الثانية للحد من المخاطرة والتى تعد من الأهمية لـلأرض الحديثـة على تعريض الكيماويات الملفوظة من الأكسجين على سـطح القـارة والمحيطـات مـن خلال قوى تكتونية مثل البراكين والمـادة الرئيـسية الملفوظـة هـى Fe_2+ وهـى قابلـة للذوبان فى الماء، وبها تشكيلة من الحديد شـديد التفاعـل مكونـة صـدأ رسـوبيًا عـلى الحديد بعـد التفاعـل مـع الأكـسجين الجـوى. وبـسرعة تـرتبط كميـات كبـيرة مـن الأكسجين الذى هرب أصلاً للغلاف الجـوى فى الـصدأ، ويوجـه إلى عمـق الأرض. ويبقى فقط جزء صغير من الأكسجين الذى هرب فى الأصل من الـدورة البيولوجيـة فى الغلاف الجوى، ومعظمه يوجد تحت أقدامنا متمثلاً فى الصدأ الرسوبى.

وهذا التمثيل غير كامل، فوظيفته الرئيسية هى إظهار أنه لا يمكن شرح تاريخ هذا الغاز فى الغلاف الجوى من خلال الجيولوجيا وحدها أو البيولوجيا وحدها، بـل يجمعهما معًا فى علم نظام الأرض.

والقصة لا تنتهى عند هذا الحد لأن هناك المزيد من الالتواءات فى آليـة تـراكم الأكسجين. أولاً فالتجمعـات الرسـوبية وحملهـا العـضوى لاتـدفن للأبـد فى عمـق الأرض، وأخيرًا يعيد نشاط الأرض التكتونى الصخور إلى سطح القارة، وهـذه هـى المرحلة التى يمكن فيها لتجوية الصخور القيام برد فعل متـأخر بـين المـواد العـضوية المدفونة والأكسجين الناتج وثانى أكسيد الكربون والماء، فيصبح متاحًـا مـرة أخـرى للكائنات الحية ذات التخليقات الضوئية. وتجوية الصخور تضع حدًا لحجم المخزون الرسوبى وتراكم الأكسجين، ومع التجوية تكتمل دورة الكربون أو لولبيـة الكربـون العضوى والأكسجين الحر.

وقد ذكرت بالفعل خطـوة وحيـدة أخـيرة فى إدارة الأكـسجين عـلى الأرض: العوامل غير البيولوجية للأكسجين التى تأتى بها البراكين والقوى التكتونية الأخـرى (مصرف الأكسجين، بالشكل ٧-٢).

والممثل الرئيسى لهذه المواد هو الحديد وهو موجود بكثرة فى الصخور فى أعماق الأرض، وغالبًا ما يكون فى صورة مذابة فى الماء، ويتفاعل بقوة مع الأكسجين الحر مكونًا صدأ الحديد غير القابل للذوبان. ولنا أن نتخيل أنه فى بداية الأرض الباكرة مع هذا الكم القليل من الأكسجين الحر، تعرض الكثير من هذا الحديد للتفاعل على سطح القارات أو ذاب فى مياه المحيط. ومع بدء دورات الكربون العضوى تبدأ العمليات الجيولوجية والبيولوجية العمل معًا لتوصل الأكسجين الحر، أخذت هذه الإمدادات المستمرة من الحديد التفاعلى، وبسرعة أخذت الغاز من الهواء، ولذا كان من الصعب عليه التراكم. وهذا يفسر لماذا لم يتبع عملية تطور التخليقات الضوئية المولدة للأكسجين، التى يعتقد أنها كانت منذ ٢.٧ بليون عام وأدت إلى ارتفاع الأكسجين الحر. (الشكل ٧-١).

وافتراضًا بأن هذا السيناريو كان سليمًا، فقد استغرق قاع الأرض ٣٠٠ مليون عام (حتى ٢٠٤ بلايين عام مضت)، قبل أن يبرد بشكل كاف ويكون قادرًا على منع تراكمات الأكسجين الحر.

وهكذا يمكن أن نعتبر أن تجوية المواد العضوية وتكوين الصدأ على الحديد القادم من عمق الأرض كعاملين أساسيين كانا يعملان على الحد من تراكم الأكسجين الحر فى الغلاف الجوى.

الشكل ٧-١ يبين الاعتقاد بأن الأكسجين قد تراكم فى نشاطين رئيسيين، ويفصل بينهما فترات طويلة من التفاعل الكيميائى خارج الأرض. ولايوجد أدنى شك أن تبريد الكوكب قد لعب دورًا مهمًا فى هذا التاريخ، حيث عمل على إبطاء سرعة تزويد المواد العضوية القديمة والحديد المتفاعل، وبالتالى السماح بوجود الأكسجين الجوى. وكانت كميات الأكسجين الممتصة من الهواء بدءًا من الحديد وانتهاءً بالصدأ فى التجمعات الرسوبية كبيرة، وخاصة فى المراحل الأولى من تاريخ

الكوكب. وبالمقارنة فإن الأكسجين الجوى فى الوقت الحاضر ما هو إلا نفثة غير مهمة، إلا أن هذا الذى يبدو تافهًا إنما هو أساس فى توجيه عملية تطور الحياة والتشكيل الكيميائى لهذا الكوكب، وقد ساعد على وضع الأرض فى حالة البيضة الراقصة بعيدًا عن التوازن الديناميكى الحرارى.

ومن المفيد أن ندرك أن هناك قوتين دافعتين رئيستين تعملان على حفظ البيضة الراقصة للأكسجين الجوى عاليا فى الهواء، وفى حين أن الرؤية البيولوجية المحدودة، كما هو ملخص فى الشكل ٦-١ وعلى يسار الجدول للشكل ٧-٢، لاتدرك سوى الإشعاع الشمسى، فإن علم نظام الأرض يضيف هذا الدور الذى لاغنى عنه للطاقة النابعة من باطن الأرض. وهذا المصدر الحرارى الداخلى هو ما يسبب دورة الصخور، وهو يمد الغلاف الجوى بمزيد متواصل من التغذية، ويسبب دفن المواد العضوية فى الترسيبات المتراكمة، وكذلك تمكين المصرفين الرئيسيين للأكسجين من خلال المجىء بالصخور إلى سطح الأرض، وأخيرًا فإن تجوية الصخور الحقيقية مع التخلص من الأكسجين من الغلاف الجوى، تعد عملية فيزيقية وكيميائية وبيولوجية معًا وتعتمد بشكل كبير على الطاقة الشمسية.

الأكسجين والتطور

من المدهش أن الأرض قد بدأت تحت ظروف لو عاصرناها لاختنقنا على الفور. ولكن هذا منطقى، لأن الكائنات الحية الأولى لم تكن لتحيا فى وجود مثل هذا السم القاتل، وأيضًا لأن أيًا من البكتيريا البدائية المعروفة اليوم ما كانت لتستطيع الحياة فى وجود الأكسجين. فى الأيام الأولى كان ما يعرف بالكائنات الحية الدقيقة اللاهوائية التى نجدها اليوم فى المستنقعات والقنوات ذوات الروائح الكريهة وكانوا هم أسياد المجال الحيوى، ولم يشعروا بالقلق بشأن الأكسجين الحر، حيث لم يكن يوجد منه سوى القليل.

وكان أول ظهور كبير للأكسجين الحر منذ نحو ٢.٤ بليون عام. وكان "حدث للأكسجين العظيم" كما أسماه هولاند، لابد أن يميز أحد أهم الأحداث الدرامية فى تاريخ الأرض. وعلى الفور تصيد الأكسجين المتصاعد غاز الميثان القوىّ المتولد عن الصوبات الخضراء، وحتى يومنا هذا أصبح مسئولاً عن تنظيم الطقس على مستوى الكرة الأرضية. وقد نشأت ثلاثة عصور جليدية واستمرت حتى ظهرت آلية جديدة لتنظيم الطقس. ومنذ "حدث الأكسجين العظيم" وحتى الآن، كان دور مستنشقى ومحبى الأكسجين فى الظهور على الكرة الأرضية، فى حين بحثت الكائنات الحية التى تتجنب الأكسجين عن مأوى لها فى أماكن لا يدخلها هذا السم. ولحسن الحظ فأمامهم المحيط كله متاح لهم، لأن هذا الحقل سيستمر ويبقى خانقًا لفترة طويلة قادمة. ولكنهم أيضًا كانوا قادرين على البقاء فى جوار أماكن بها كثير من الأكسجين، وحيث كانت الحياة القائمة على الأكسجين مزدهرة. وحتى اليوم يمكنك أن تجدهم فى أحشائنا وفى مستنقعات المياه ذات الروائح الكريهة، وفى العيون الحارة فخواصهم غير القيمة تسمح للاهوائيات بلعب دور محورى فى النظام البيئى كله.

وعلى المدى الطويل، عندما كانوا يمثلون الكائنات الحية الوحيدة، قاموا بإنشاء طرق للتمثيل الغذائى متنوعة واسعة، وتسمح لهم بتدوير كل العناصر الغذائية وتخليص أنفسهم من كل أنواع المواد السامة. وفى الأعماق، تحفظ الأنظمة البيئية الأكسجينية المجالات اللاهوائية التى تسمح لسلالة اللاهوائيات بأداء وظائفها لصالح المحيط الجوى.

وبمرور ٢ بليون عام وصل الأكسجين إلى مستوى مستقر نحو ١٠٪ من النسبة الحالية، واستمر هذا لأكثر من بليون عام. وفى الشكل المنشور أشير إلى حدث رئيسى تم فى هذا الوقت الكبير من الزمان: هو ظهور ما يسمى بخلايا النواة الحقيقية وهى كائنات حية مركبة وتمثل نظمًا بيئية فى حد ذاتها وتم إنتاجها من خلال التكافل وانصهار اثنين أو أكثر من نسل الكائنات الحية الدقيقة مع الأيض التكميلي.

وكل خلايانا وخلايا النبات من هذه الكائنات، ولكن ممثليها الأوائل كانوا من النوع أحادى الخلية. والأغلبية العظمى من خلايا النواة الحقيقية متخصصة إما فى التخليقات الضوئية مولدة الأكسجين أثناء عملية التنفس المعتمدة على الأكسجين أو فى كلا الوظيفتين معًا. ولا توجد لديها هذا التنوع الأيضى الكبير لعالم البكتيريا، ولكنها رائعة فيما تقوم به. ولهذا السبب أصبحت مكونات سائدة للكتل البيولوجية الحية. ويمكن التعرف على حفرياتها أحادية الخلية الأولية فى الصخور، وذلك لأن حجمها من أكبر أشكال الحياة الأصلية، وهذا مهم جدًا لأن الزيادة فى الحجم تمثل آلية دفاعية ضد ضغط الأكسجين، وهى تعمل على خفض المعدل بين منطقة السطح والحجم، وبذلك تقلل كمية الأكسجين التى يمكنها اختراق العمق الخلوى لكل وحدة زمنية، وهكذا فأحد الأسباب المتعددة لظهور النواة الحقيقية قد يكون هو الزيادة فى الحجم التى تمثل استراتيجية دفاع ضد مستويات الأكسجين المتزايدة.

وما بين ٨٥٠ و ٥٤٠ مليون سنة مضت، كان هناك نشاط رئيسى ثانٍ للأكسجين حتى وصل إلى مستويات قريبة من المستويات الحالية، وكأن الأرض قد استيقظت من نوم طويل لتدخل فى فترة مضطربة. ووفقًا لذلك تشابكت كل القارات معًا فى تجمع أرضى عظيم وعصور جليدية حادة تتغير مع الأحداث المثيرة.

ومهما كانت العوامل المسببة لهذه المستويات المثيرة للأكسجين لتصل لمستويات الوقت الحاضر، فالحقيقة أنها قد حدثت وتم توثيقها بشكل جيد.

وحتى الآن نحن نألف بشكل كاف تناقص الأكسجين وهو ما يؤهلنا للتكهن بالتضخم الكبير فى الضغط على الأرض، والكائنات الحية بها، ومثل هذه الزيادة هى سم قاتل لابد أنها قد تركت علامات لا تُمحى من السجل الجيولوجى.

ويبقى ملمح واحد على قدرٍ مهم من الأهمية فمنذ نحو ١.٦ بليون سنة مضت وبصفة خاصة فى الفترة الأولى ما بين ٨٥٠ و٥٤٠ مليون سنة، كان معدل الأكسجين

المتزايد واحدًا من ضمن العوامل التى تعمل على كبر حجم العديد من الكائنات الحية. وكما تذكرون فهذا كان آلية دفاعية ضد سموم الأكسجين، لأن منطقة السطح للكائنات الحية الأكبر، تكون أصغر لكل وحدة من الحجم. وفى الصخور نجد تجمعات للكائنات أحادية الخلية، فتبدأ صغيرة ثم تتضخم فى الحجم إلى الدرجة التى يصبح تكوينها من ملايين أو بلايين الخلايا.

وهذا الحجم العملاق يتطلب إعادة تنظيم معقدة، فالشكل الخاص بالكائنات الحية يصبح معقدًا للغاية، وينطوى على احتمال وجود فوارق متطورة داخل العديد من الأعضاء والأنسجة، وما يسمى بالحيوانات "إيدياكاران" ***Ediacaran*** المكونة من أعضاء حية غريبة شبيهة بالحيوان، وتكون مدعمة بهياكل غضروفية داخلية وقد أخذت وقتًا طويلاً قبل أن تنقرض عندما انتهى آخر العصور الجليدية المحددة لهذه الفترة. ويمكننا أن نرى شيئًا جديدًا فى الهواء فقط من المشهد الخلفى، شيئًا غير متوقع وله طابع ثورى يُتيح له إمكانية تغيير وجه الأرض للأبد. هذا هو فجر الحداثة طبقًا لعلم نظام الأرض.

العصور الحديثة

يمكنك أن تراها فى الرسوبيات، خاصة عندما تتراكم مثل الحبيبات الدقيقة والطمى فى مياه البحر، وقبل التطور كانت هذه الصخور تتكون من صفائح رقيقة قطرها ملليمتر واحد، وتكون الملايين منها فى شكل رواسب كثيفة. وعقب التطور اختفت هذه الصفائح تدريجيًا حتى ذهبت بلا عودة. ولابد من وجود شىء قام بدفع هذه الطبقات بشدة قبل اتحادها فى صخور صلبة متماسكة.

واليوم نجد كل أنواع الحيوانات فى هذه الأنواع من البيئة: الدود- الفريدس - القنفذ - المحار ذو الصدفتين... وهكذا، وهى تأكل بطريقتها خلال الترسيبات السطحية بحثًا عن بقايا أشياء حية. وقد تم التقدير بأن هذه الترسيبات الغنية بالمواد العضوية يمكن أن تمر فى أمعاء المئات، ويمكنك أن ترى البقايا المقواة من أكوام الترسيبات وكأنها ديكورات على الأرض أو على جدران النباتات الضخمة. ومن المفارقات أن تعتقد بأن هذه الصخور الجميلة هى مجرد أكوام من الفضلات، وعندما لا نجد هذه الصفائح فعلينا التأكد بأن هذه الصخور من العصور الحديثة.

وهذه الكائنات كانت تأكل بطريقتها خلال الترسيبات الوحلية، كانت فى حاجة إلى عضلات ومستوى عالٍ من المرونة وقليل من الخشونة، وهذه الميول الطبيعية هى علامات على تطور متقدم للحيوان، فقبل ظهورها لم تكن الحيوانات تفعل أى شىء سوى الحياة فوق قاع البحر وكانت تتغذى على المخلوقات الميكروسكوبية المغمورة بالمياه، أو التى تغطى السطح الرسوبى، ولكن مع ظهور المزيد والمزيد من الحيوانات على الساحة بدأ يأكل بعضها بعضًا. وعلاوةً على عضلاتها ومرونتها أصبحت تحتاج لدروع وقشور للحماية، فى حين أن تطور النظام العصبى سيحسن كثيرًا من كفاءة ردود أفعالهم. وهذا الحدث بدأ منذ ٥٤٣ مليون سنة كما هو مثبت فى التاريخ الراديومترى المعقد، واستمر لأكثر من ١٠ ملايين سنة. وخلال هذه الفترة القصيرة (فماذا تعنى عشرة ملايين سنة على مستوى العصور الجيولوجية)، ظهرت كل مجموعات الحيوانات الرئيسية على الساحة، وقد خلق الانفجار الكبير للحيوانات عملية تكاثر كبيرة فى النظم البيئية البحرية المتنوعة فوق سطح الرواسب المائية وأسفلها. وقد جاء هذا الحدث للمياه من أحداث لتركيبة عجيبة جمعت بين الجوع والقسوة وضغط الأكسجين، وهذا هو ما زاد من تعقيد هذا الكوكب.

وقد استغرقت هذه النباتات مثل الطحالب وحشيشة الكبد ٤٤٠ مليون سنة للاستقرار على القارات، ونتيجة لذلك شقت حيوانات مثل العقارب وأم أربعة وأربعين طريقها على الأرض. وقد نشأت النباتات الأولى من الطحالب البحرية

الخضراء، ثم ظهرت النباتات ذات العروق. وفى خلال ٣٠٠ مليون سنة احتلت كل الأراضى المنخفضة بكثافة مثل المستنقعات والغابات الاستوائية الكبيرة التى زخرت بالطحالب وأبواغ السرخسيات والنباتات الزهرية العملاقة.

وقد كان وراء هذا النجاح الباهر كيمياء عضوية جديدة هى اللجنين أو المواد الخشبية، التى احتاجوا لها لدعم البراعم والفروع التى سمحت لهم بالوصول إلى ضوء الشمس بشكل أفضل من منافسيهم، وفى هذه الأيام كان اللجنين نوعًا من الملوثات مثل البلاستيك فى عالم اليوم، وذلك لعدم وجود كائنات حية قادرة على هضمه. وقد تجمعت وتراكمت كميات ضخمة من الغابات الميتة، وبمرور الوقت تحولت إلى أكبر رواسب الفحم على الأرض، وهى التى تشكل مصدرًا رئيسيا للطاقة فى مجتمعنا الحديث. وهذه هى الكيفية التى تسبب فيها اللجنين فى زيادة مخزون الكربون العضوى الترسيبى. وهو ما دفع الأكسجين الجوى إلى مستوى مذهل قد يصل إلى ٣٠٪. وتشير رواسب الكربون لاحتمالية اندلاع حرائق بالغابات مرة أخرى تبدو نسبة الأكسجين العالية هى العامل الأكبر، الذى يدفع بهذا التضخم وقد جعلت السرمان ذات الأجنحة التى تصل إلى ٨٠ سم والعناكب العملاقة والعقارب الكبيرة من الغابات الاستوائية مكانًا مثاليًا لفيلم رعب جديد لسبيلبرج.

وعقب ذلك، تسبب تطور الفطر مؤخرًا فى عودة الأكسجين للمستويات التى نعهدها اليوم. وكلنا يعلم أن الفطر يجد طعامه خلال الغابات الميتة ويطور نظمًا إنزيمية قادرة على تحويل اللجنين إلى كتل سهلة الهضم.

هذا وقد انكمشت الحشرات العملاقة فور عودة الأكسجين إلى مستويات أقل خطورة.

وعلى الرغم من وجود عوامل أخرى غير ارتفاع نسب الأكسجين التى من شأنها زيادة حجم الكائنات الحية، فإن تضخمنا نحن قد يساعدنا فى إدراك أى مدى تحركت الأرض من مكانتها الأصلية، منذ أن كانت البكتيريا هى الكائنات الحية

الوحيدة الموجودة عليها، ويمثل جزءًا مقطعيًا من البكتيريا نحو ½ ميكرومتر مربع. وباستخدام ميكروسكوب إلكترونى يمكننا تكبيرها ملايين المرات. لذلك فى الصورة نجدها تحتل ½ متر مربع أى نحو حجم طفل، إذا كبرنا أنفسنا بنفس الطريقة فسيصبح الجزء المقطعى فى حجم سطح فرنسا أو تكساس. وإذا وقفنا بكامل طولنا بدءًا من قاع البحر العميق فلن تغطى المياه سوى أصابع أقدامنا فى حين أنه سيصل الغلاف الجوى إلى كواحلنا فقط. أما بالنسبة لباقى أجسادنا فستمتد إلى عمق الفضاء. ومن وجهة نظر أجدادنا الأوائل وصغارهم البكتيرية، فنحن عمالقة حقًا ويحتمل أن ندين بذلك التضخم للأكسجين الذى نتنفسه براحة كبيرة وندين لحجمنا الفلكى بهذا العقل الكبير الذى أعطانا الفرصة لكتابة هذا الكتاب والسماح لك بقراءته. والحق أن منحنى الأكسجين فى (الشكل ٧-١) يعكس قصتنا. إنها فقط منذ ملايين معدودة من السنوات حيث ظهر مبدأ جديد للتطور من عالم العمالقة المخيف. وقد ظهر الفكر اللاملموس على الساحة على استخدام متقدم للأدوات وطرق جيدة للتواصل. ونحن أنفسنا قد نمثل أكثر الخطوات أهمية فى عملية التطور، حيث يمكننا التكيف مع أى بيئة. وتغير العالم الذى يصعب إدراكه للأفضل أو للأسوأ. وأقترح أن نترك نقاش هذه المرحلة المميزة إلى تاريخ الأرض فى الفصل التاسع.

العمق السحيق والسطحية الضحلة

مهما كان سحر استعادة الأكسجين، فعلينا أن ندرك أنه فى الواقع قد اتجه إلى منحى آخر، والحقيقة أننا عندما نعرف بالفعل النتائج النهائية، يبعد عنا الكثير من الرهبة، ولنتخيل اثنين من الدخلاء على الأرض الأولى، ومعهم الوقت الكافى والقدرة على تحمل متابعة العملية حتى الآن. ومع الوقت يبقى المستقبل غير ممكن التنبؤ به، وكل حدث من الأحداث التى ناقشتها يأتى كمعجزة وظهور غير متوقع. وفى نحو ٢.٧ بليون سنة بدأ أحدهما وهو عضو فى حركة السلام الفكرية فى الصراخ قائلاً: "أوقفوا التخليقات الضوئية للأكسجين" فهذا الغاز المخيف سيحطم الكوكب

بأسره. وقد حبسوا أنفاسهم وكان عليهم الانتظار لمشاهدة كيف يقوم أفق الأكسجين بالبناء والإساءة بصلافة، حيث إن العالم يتحرك بعيدًا عن وضعه الأصلى متأرجحًا طوال الوقت على شفا الكارثة، وتظهر تكتلات صغيرة من المواد الحية على الساحة حيث يتخذون خواص عملاقة ويتحورون فى أشكال غريبة من كل نوع حتى يغطوا الكوكب. ومهما كانت النظرة لها فكل ما أتمناه أن توصل هذه القصة بعض الإشارة الخاصة بعلم نظام الأرض.

لكن يجب ألا ننسى كيف أن هذا السرد عليه أن يظل باقيًا على السطح، فهو لا يتعدى كونه عرضًا سطحيًا لجسد هائل من المعرفة، والخبرة التى جاءت بعد قرون من البحث الشاق، يمكن أن نقول إن قصة الأكسجين قد ظهرت من التطور الثقافى للإنسانية. ومع ذلك، فلايمكن لأى عقل مهما كانت درجة تعلمه أن يدرك كُليا عمق وحدود تشعباتها.

وحتى يصلك طعمها، حاول أن تتخيل ما يجرى فى عقل "ديك هولاند" بطلنا فى العلوم وهو يتأمل فى هذه الأشياء. ففى خلفية عقله، هناك زمن من الخبرات فى مجال الجيولوجيا بكل أرجاء العالم البعيد ومعرفة لكل الصخور المعروفة. ومن خلال رحلاته تجشم عناء جمع آلاف العينات وتحليلها فى معمله وبحرص شديد فسّر نتائجها. وقد قرأ بشكل نقدى كل الأعمال الأدبية العلمية المتصلة، وبصبر كبير أشرف على أبحاث تلاميذه وعلق على نتائجهم فى مناقشات لا تنتهى، وكان حضوره للعديد من اللقاءات العلمية فرصة ليتعرف شخصيًا على عمل زملائه، وخلال كل هذه السنوات والأيام والليالى كانت قصة الأكسجين تدور فى ذهنه.

وقد توصل بحدس عميق للحكم على أهمية المادة ومدى المصداقية والاعتماد على ما جاء به زملاؤه. وهكذا وعلى مدار السنين بعدما نضجت قصة الأكسجين برأسه لم يعد على صلة حميمة بالواقع. وبإقرار ذلك ندرك نحن أيضًا أن هولاند وعلى

الرغم من شهرته الواسعة، فإنه ليس أكثر من نقطة ننحنى لها فى شبكة العلوم العظيمة. ومن هذا الوسط ظهرت قصة الأكسجين المحكمة. وللعجب أننا حتى لو تجاهلنا، افتراضًا، كل التفاصيل فنحن غير المتخصصين فى المجال نستمتع بها ونستخدمها فى توجهاتنا. ولاقتناعاتنا بالطبيعة السامية للأرض، فإن هذه المعرفة التى تم اكتسابها بشق الأنفس هى أكثر إقناعًا من التأملات الحديثة للمثاليين الذين تحولهم العواطف.

وأخيرًا، يجب ألا ننسى شيئًا واحدًا فكل حكمة ومعرفة من الإنسانية ما هى إلا خدش على السطح. فالأكسجين الذى نتنفسه قد بدأ بصعوبة شديدة فى البوح بأسراره، ولنتذكر أن العلم مازال فى عصره الحديدى.

الفصل الثامن

أعماق جذورنا

١- العلم والأسطورة - علاقة مركبة

بعد استعراض علم نظام الأرض فى الأبواب السابقة، نصل الآن إلى لُبّ النقاش فى هذا الكتاب، فالأمثلة التى عرضتها قد تكون شائقة، ولكنها تحمل مضامين كبيرة تحتاج إلى الفحص. وقد افترضت فى السابق أن التغيرات المسؤولة عن وجودنا تجبرنا على البحث المستمر فى مجموعات الأساطير المختلفة التى نواجهها، وأكرر أنه من خلال الأسطورة- يمكننى فهم التفكير الموضوعى الذى يُضفى صبغة على وجودنا والتعامل على ما هو طبيعى، ومع القيم والخير والشر والجمال والقبح. وعقولنا تملؤها الأساطير، وهى تنبع من الحياة نفسها. وفى هذا الكتاب أفحص مصدرًا محددًا للتفكير الأسطورى - هو اقتفاء العلوم؛ فالعلوم تمثل منعطفًا يتطلب إعمال الفكر، وتعد خطوة على منتصف الطريق فى دورة التفكير الأسطورى والتجريبى والعقلانى. فيجب تفحص العالم الحقيقى أولاً بشكل موضوعى قدر الإمكان، ووقف أى إغراء يؤدى إلى الذاتية أو اللاموضوعية، وذلك قبل أن تختزل بهدف المنفعة والتوالد والتزايد غير الممحص للهلوسات الأسطورية، ويضع فى المقدمة أصواتها وإيقاعاتها الأسطورية. والعلوم الأساسية تمتلك المقدرة على إنتاج أساطير واقعية. إن هذا النوع من الأساطير يمكنه أن يقدم ضوءًا داخليا ومستوى كبيرًا من الانفصالية. وفيما يخص المشاكل العالمية المترتبة على التغيير، يبدو أن علم نظام الأرض قد صمم بحيث يقوم بتوجيهنا، ويجب أن نبقى حريصين على ذلك التوجيه.

فى الباب الثالث ناقشت كيف أدى التحالف بين العلم والأسطورة فى القرن التاسع عشر إلى انحراف غير محمود. وقد طولبت الجيولوجيا بإثبات حكمة الخالق، وذلك بغرض تدعيم الوطنية الأمريكية وإظهار تأييد الإله للاتحاد خلال الحرب الأهلية بالولايات المتحدة الأمريكية. وعلى الجانب الآخر من الأطلنطى كان نفس الانشغال بالعلوم، وهو ما تجسد فى الحماقة التى تسمى " بوفارد و بيكوشيت" التى وصفها بحيوية بالغة جوستاف فلوبير. وفى منتصف عام ١٨٧٠ تم التحرر من الأساطير، وبدأ العلم يسير فى مداره بحرية، إلا أن التحرر من الأساطير لم يكن كاملاً. وفى مرحلة الكتابة كنا فى منتصف أزمة اقتصادية حادة، جادل بعض الاقتصاديين فى وسائل الإعلام قائلين إنّ مجالهم يحتاج إلى أساس أخلاقى جديد. ومن المفيد أن ندرك أن هذه الفكرة مناقضة تمامًا لما اقترحته فى هذا الكتاب، لأن هذا الأساس الأخلاقى سيكون نوعًا من الأيديولوجية الرجعية، وليست متعمقة فى العلوم نفسها. وهؤلاء الاقتصاديون إنما هم ضحايا لآلية "بوفارد وبيكوشيت" وأرى أن البديل هو تطبيق العلوم بموضوعية قدر الإمكان وعزل كل الأفكار السالفة. والجائزة الأسطورية قد تنبع مما تم اكتشافه. ومثال آخر لهذه الحيرة، وهو فى سياق هذا الكتاب، ألا وهو نظرية أو فرضية جايا للمخترع البريطانى جيمس لوفلوك. وتؤكد النظرية على أن الأرض قد بعدت تمامًا عن الاتزان الحرارى الديناميكى، فتسبب ذلك فى آليات تغذية راجعة قوية، عبر الدهور، الأمر الذى جعل الأرض ملائمة للحياة. وكان لوفلوك لديه هذه الفكرة فى أواخر عام ١٩٦٠، أى عقب ظهور صورة نشوء الأرض أثناء العمل فى وكالة ناسا فى بعثة المريخ، ومع مجموعة بارزة من العاملين، استطاع أن يكتب عن هذا المبدأ فى مجموعة مقالات علمية مع موجة الخيال محققًا أكثر الكتب مبيعًا. وبعدها مباشرة أخذ مثاليو العصر الجديد جايا إلى الظهور مرة أخرى، مثلما حدث فى القرن العشرين مع بوفارد وبيوكوشيت. واستطاعوا تغيير الفكرة على النحو الذى يروق لهم، وعندما يأتى القمر بأنواره الساطعة على تلال كاليفورنيا،

يمكن للمرء أن يرى بوضوح أيضًا أنصار جايا الملتحفة باللون الأبيض وهم يرقصون ويقبلون الأرض. وقد ارتعبت المؤسسة العلمية، ورأيت علماء محترمين (لم يعرفوا مبادئ عن الأرض) يصدقون على جايا وكأنها ثعبان سام، ولحسن الحظ فهناك اسم مستعار لجايا وهو علم نظام الأرض. وعلى الرغم من أنني لا أرى أي فارق فى المضمون، فإن كل التمويل يصب على علم نظام الأرض وليس جايا. ومن سخرية القدر أن المصلحة العامة تعمل فى الاتجاه الآخر حولها. وقد أصبحت جايا عامة ولكن علم نظام الأرض كان يبدو موضوعًا للأغبياء... كان يجب ألا يأتى كمفاجأة كونه مرتبطًا بجايا ولدى شعور بالإحباط كلما تركت هذا الاسم في أثناء الكتابة لأنه يحبط الكثير من العلماء. إلا أنه يجب أن أتخذ موقفًا بأن الأبحاث الجارية يجب أن تكفى لتفحص المضامين الأسطورية بالعلم وتضمن الموضوعات الجدلية التى ستضعف من مناقشاتى.

وحالة جايا نموذج حديث ومثال لأثر بوفارد وبيكوشيت فى التزاوج غير السهل بين العلم والأسطورة. ويجب أن ندرك جيدًا الروابط الواقعية التى يصعب اقتفاؤها. ويقدم لنا الفيلسوف الأمريكى ريتشار تارناس مثالاً سيئا، وأن ما أنتجه العلم الحديث كان عالما متحررًا من السحر والوهم وأكثر موضوعية، وجعل العالم خاليًا من الأعراض الروحية والمبهمة، ويعمل بدون قواعد، بل بالصدفة والضرورة، دون أى معنى جوهرى. ولم تشعر الروح بنفسها فى الكون الحديث: فالروح يمكنها التمسك بالشعر والموسيقى والميتافيزيقا والدين ولكن لا يوجد أى أساس لها فى الكون التجريبى، والغرابة الكائنة فى الرؤية الدولية الحديثة ما زالت موجودة ونشعر بها اليوم. وفى رأى تارناس أنها تمكن العقل من التفتح للعلاج التكنولوجى والاقتصادى ببراعة، حيث لايوجد شىء مقدس والقيمة السوقية والقوة والربح تبقى المعايير الوحيدة للأخلاق. وتم إشباع الجوع الروحى بالنهب وأكل لحوم البشر.

والنهاية واضحة فبأى ثمن يجب أن نتجنب أثـر بوفـارد وبيكوشـيت الخـاص بالتوالد الأسطورى غير المفحوص، فى حين أن القمع المتهور للأسطورة الناشـئة عـن العلم مدمر وعلى نفس المستوى. والطريقة الوحيدة هى الاستـسلام لفكـرة التـزاوج الحذر بين العلم والأسطورة لاستخدام الناتج. ولحسن الحـظ كـان منتـصف القـرن العشرين فرصة لظهور اتجاه متكامل فى الأفق. وظهرت مـع الرؤيـة العالميـة الـسامية وصورة نشوء الأرض. وأكد إدجار مورين أحد الموالين لهذا التيار الجديد أن العلاقـة بين العلم والأسطورة هى علاقة مركبة، فهى متضادة ومتكاملة والربط بينهما معقول. وإذا لم نكن على قناعة بأن العلم ذو معنى وجميل وخـلاب، سيكون اقتفـاء أثـره هـو ضياع للوقت. وما يقوينا هو تضميننا الأسطورة مع العلم ورغبتنا فى التوجيه وإنجاز فعل ذى مغزٍ. وتجبرنـا الأسـطورة المـشتقة مـن العلـم عـلى قمـع الـذات والتحـول للموضوعية، وهذه هى الكيفية التـى يمكـن للأسـطورة مـن خلالهـا إضـاءة العلـم وأسطورة العلم.

لذا دعنا نعيـد النظـر فى الأمثلـة الخاصـة بعلـم نظـم الأرض التـى ذكرتهـا فى الأبواب السابقة، خاصة تطوير تشكيل الحجر الجيرى وتراكمات الأكسجين الجوية فى الزمن الجيولوجي. ومن الآن يجب أن يكون غرضـنا هـو فحـص مثـل هـذه النتـائج العلمية فى ضوء السلاح ذى الحدين: العلـم والأسـطورة. ويجـب ألا ننـسى أن هـذه النتائج مثلما هو الحال فى كل العلوم إنما تأتى من آلية السُّقاطة. وهو تـوارد كمـى مـن التحقيقات والفحوص التى قام بها أفضل العلماء لعقود طويلة. ولا يوجد أدنى شك حول حالتهم التجريبية العقلانية حتى ولو كانوا متفتحين للتـشكك. وعـلى النقـيض فإنه مع الجهود الحثيثة لمثل هذه العقول المتميزة، يجب أن تكـون الأسـهم الأسـطورية عالية. ومثل هذه البحوث، عزيزى القارئ، تعطى صورة لى ولك. فهم يتعاملون مع المسائل الأسطورية من العصر القديم مثل من نحن، ومن أين جئنا؟ وهم يـساعدوننا على التوجه فى هذا العالم ومواجهة كل ما يزعجنا ويزيد من اهتمامنا بالكوكـب الـذى نحيا عليه. وبكلمات أخرى فهـم يحطمـون قيـود الرؤيـة الحديثـة للكـون المـسحور،

ويصبحون جزءا من أدوات بقائنا وكل ما أستطيع أن أفعله هو المناقشة المختصرة للأصوات العالية الأسطورية للمفاهيم الأربعة التى ذكرت فى الفصول السابقة: الوقت العميق، النشوء، التطور لآلية التطور والأرض موطننا.

مفاهيم الأسطورة الناشئة من علم نظام الأرض

الأسطورة الأولى: الوقت العميق

الدليل العلمى للوقت العميق يغمرنا. فخلال القرون السابقة قدمت بعض التقنيات المستقلة والمؤرخة عصورًا مليئة بأعداد كبيرة من الصخور من كل أرجاء الكوكب. وهذه المواد متماسكة وبها معلومات مستقلة عن الأحداث فى الماضى الجيولوجى، والحركات التى سجلتها الألواح التكتونية وتشكيل الجبال والتغيرات فى مستوى البحر والارتقاء البيولوجى، وهكذا. وفى العديد من المناسبات وصلت هذه التقنيات إلى درجة الإحكام فى خلال مئة ألف عام للصخور التى يرجع عمرها إلى نصف بليون عام وأقل من ١٠٠٠ عام خلال آخر مليون عام. وبهذه الأدوات يمكننا ليس فقط كتابة تاريخ الأرض، ولكن أيضًا تقييم معدلات العمليات الجيولوجية. وعلى الرغم من وجود عدم الاستقرار، يجب أن نستنتج أنه إذا كان أى شىء فى الجيولوجيا يمكن الاعتماد عليه فهو تأريخ الصخور.

وإذا أخذنا من حياة الفرد عصا للقياس فيبدو حتى مقياس الزمن الإنجيلى ٦٠٠٠ عام بشكل غير اعتيادى طويلاً. ولا عجب أن المسيحيين فى القرون الأولى كانوا متأثرين بهذا العدد من السنوات إلا أنه فى الإطار الأسطورى للإنجيل، فالخليقة كانت غير محدودة حتى يتمكن الخيال من تسكين الفكرة بأن كل تفاصيل التاريخ والكون قد وجدت ملجأ على مدار الوقت، والزمن الإلهى أضفى معنى وهدفًا على كل شىء. والعالم الإنجيلى الذى استمر ٦٠٠٠ عام كان مليئًا بالأساطير ويقدم نقاطًا

مهمة لتكيفنا وتوجيهنا. ويمكن أن يتخيل المرء أن ورود الزمن الجيولوجى كان له أثر محبط، وفجأة تضاءلت القصة الإنجيلية وأصبحت غير ملائمة، وأصبحت الحياة الإنسانية غير ذات جدوى، والكون بدون هدف. والأثر الرئيسى للثورة الهتونية كان أحد أسباب فقدان الاتجاه.

ولفهم كيفية التحول نفسها التى طرأت على الزمن الجيولوجى حاليا، ليصبح مصدرًا لأسطورة جديدة وتوجهًا جديدًا، يتعين علينا اعتبار أن عمر الأرض لا نهائى وغير محدود مثلما هو الحال مع الزمن الإنجيلى. وعلى نقيض حدس هتون الأصلى فإن تاريخ الأرض ليس طاحونة دائرة بدون هدف. وهناك حدود للزمن الجيولوجى، فنحن نتحدث عن ٤٥٨٠ مليون سنة، وهذا بالطبع يفوق خيال البشر، ولأول وهلة يبدو أن ذلك يعكس الرؤية العالمية الحديثة بأن الكون لا هدف له، إلا أنه يوجد تشابه آخر مع القصة الإنجيلية. وكلما تقدم الباحثون الجيولوجيون وكذلك علم نظام الأرض، يتم ملء الفراغ الزمنى بالعديد من الأحداث والتفاصيل الغامضة. وقد ذكرت بعضًا من ذلك فى الفصول السابقة، ومن ذلك مثلاً التعقيدات الواضحة للأجزاء المعدنية الصلبة وتأسيس نظام معتدل ضد التحجر فى المحيطات وبدايات ظهور فكرة الألواح التكتونية ونمو التجمعات القارية، وأصول الحياة، والتمثيل (التخليق) الضوئى والخلايا ذات النواة والحيوانات والنباتات والإنسان وهكذا. والأكثر أهمية هو أن ناتج علم نظام الأرض يؤكد أن الأحداث الرئيسية لاتأتى هكذا بطريق الصدفة، ولكن يرتبط بعضها ببعض وتتناسق معًا فى النظم العالمية المتعاقبة، وقد ذكرت على سبيل المثال البرودة الداخلية للكوكب وظهور الأكسجين فى المجال الجوى ونشوء الحياة. وهكذا فإن تاريخ الأرض عبارة عن حقيبة فارغة من الزمن وخالية من أى معنى طوال الوقت، وترد المادة العلمية لتملأ الفراغ وتتخذ أشكالاً، وبقدوم الرؤية السامية العالمية، مرّ هذا التجمع على أعتاب الفهم، حيث بدأ التحديد

والإدراك للأشياء فى النضوج. والأكثر من ذلك أن ندرك أننا نحمل هذا التطور الواسع فى كل خلية من خلايانا وأرواحنا. وعلم نظام الأرض الذى أظهر الكوكب يعكس المعنى غير المؤكد للسامية: إنها مسألة شاملة ومركبة، ولكنها فى ذات الوقت الملجأ الوحيد لنا فى الكون.

ولزيادة التأكيد على إخلاء العصر الجيولوجى، أذكر مثالاً واحدًا على المستوى الإقليمى، ففى بداية القرن الثامن عشر، عندما زار الفنان الإنجليزى الرومانسى ج. م. تيرنر جبال الألب أتى بمجموعة رائعة من الألوان المائية التى توضح رؤيته الدرامية للسامية، (انظر اللوحة رقم *I* و اللوحة رقم *II* فى آخر الكتاب). ففى الماضى فى ظل أكل لحوم البشر وقطاع الطرق وفى غياب الأمان، كان يتم تحاشى الذهاب للقمم المغطاة بالثلوج والشلالات والجداول الجبلية. إلا أن عوامل الجذب لها كانت كبيرة، فكانت جبال الألب محتمًا أن يمر بها من هو بشمال أوروبا للوصول إلى إيطاليا مركز الحضارة. وفى عهد تيرنر كانت هذه الجبال مفتوحة للمسافرين وعلى الرغم من أن المناظر الطبيعية كانت مخيفة، فإنه يمكن تأملها بأمان نسبى. واليوم مع كل عربات التزلج، تخلصت جبال الألب من بعض هذا التخوف. فقط وأحيانًا توجد أكوام الحجارة والثلوج فى أعلى الجبال ويكون لها أثر فى الإحساس السامى للمتنزهين.

ولكن للجيولوجيين أدوات للملاحظة تكون موجودة تحت أمرهم. ففى جبال الألب يدركون تراكم الرسوبيات من المحيط المنتشر وكذلك ضغطها وظهورها، ويرون كيف تفتتت التراكمات الصخرية. وبشكل لا يصدقه عقل تنزلق الشرائح على قمة كل جانب، وعلى امتداد عشرات الكيلومترات، وكأنها تراكمات جليدية عملاقة طافية على السطح بفعل التيارات والرياح، وتنكشف جبال الألب شديدة التشوه التى تمثل السلاسل الجبلية مع شظايا من أرضية المحيط المختفى والأجزاء المتكسرة من الأرض. ومعظم هذه الصخور تم تشكيلها فيما بين ٢٠٠ إلى ٥٠ مليون سنة وطرأ عليها هذا التشوه لاحقًا.

وتحت هذ الصخور الألبية تظهر رواسب ثقيلة من ركام الجبال وتتراكم فى أماكن عديدة. وهى أكثر تشوهًا مما رأيناه سابقًا. وهذا يذكرنا بعدم التوافق الواضح فى نقطة سيكار على الساحل، الأسكتلندى (الشكل ٣-١) مع الفرق فى أن الطبقات على سطح التقسيم قد تشوهت فى أسكتلندا فى حين أنها تكون متعرجة فى الألب. وهذه الصخور العميقة تنتمى إلى السلاسل الجبلية المختفية التى تسبق الألب، وهنا يظهر جبلان وليس جبلاً واحدًا، واحد على قمة الآخر، وكلاهما بالحجم الضخم. وهما حقيقيان تمامًا. ويمكنك أن تمسك ببقاياهما بأصابعك وإذا كانت هذه الأرض الشاسعة من الطبيعة الخلابة قد اعتادت أن تكون سامية، فكذلك تكون رؤية هذه السلاسل الجبلية. وفوق ذلك يحسن إدراك أن هذه التعقيدات كلها قد نشأت فقط فى ١/ ١٠ الحقبة التاريخية للأرض.

وبكل تأكيد فإن كل ذلك بعد رؤيتى بالنسبة للجيولوجيين، وللمضى قدمًا فى عملهم، لا ينبغى أن يشغلوا أنفسهم بالطابع الأسطورى وذلك لشىء واحد، وهو أن لغتهم الوظيفية هى التى تساعد على قمع العواطف. انظر لذلك المنكشف بجانب الغدير الذى تكون فى الحركات الفيروكانية والهرسينية والمولاس منذ ٢٥٠ مليون سنة. وإذا كان الجيولوجيون هم سادة فى هدم إشارات الصخور، فنحن غير الخالدين يجب أن ندرب أنفسنا على هدم الجيولوجيا، لكشف هذه الثروة الأسطورية. وفى جيولوجيا الألب نرى بعضنا من تاريخنا، ونشعر كيف أننا راسخون فى هذا الكوكب وإلى أى حد نتتمى إلى هذا المكان. وبالنسبة للزمن الجيولوجى وحده فهو يسخر من الافتراض الشهير بالمكان الخاص بالإنسان بعيدًا عن بقية الكوكب، والفكرة الحمقاء بأن الأرض قد خلقت من أجلنا.

- ومثال الزمن العميق الذى يبين أن الأسطورة المشتقة من العلم قد يكون لها أثر مضاعف على توجهاتنا فى الحياة وتكيفنا معها، أولاً فلها وظيفة نقدية حيث تزيح

الاتهامات المغلوطة والبالية، ولكن هناك أيضًا المزيد من الرؤى، ليست فقط الوظيفة النقدية. ويقدم العلم أيضًا مضمونًا أسطوريًا جديدًا فى حد ذاته، وهو ما يستدعى الكثير من التدريب والوقت لإدراكه. ولكن فور التوصل لجوهره، يتم زيادة قوة الأساطير المشتقة من العلم. وأدعوكم مرة أخرى للتأمل فى قصص الحجر الجيرى والأكسجين، فإذا دخلت بعمق فى مثل هذه الأبحاث وتفاصيلها، ستبدأ فى الشعور بإحساس عميق من الانتماء، وكأنك قد انتقلت من بيئتك المتنافرة إلى الإطار الحقيقى للغلاف الجوى والإنسان فى مصاحبة للأرض كلها، وهذا هو التوجه والملاءمة والتحرر الذى يجب أن تقدمه الرؤية الطويلة المتأنية للعلم.

الأسطورة الثانية: النشوء

عندما عرضت مفهوم الظهور فى مقدمتى المختصرة لعلم نظام الأرض فى الفصل الرابع، قلت إنها تنطبق على معظم الأشياء الموجودة. فقد رأينا الموسيقى تنشأ من مفاتيح موسيقية، والذرة من جسيمات أولية، والحياة من الأشياء الميتة والنواة من البكتيريا، والإنسانية من عالم الحيوان والعلم من الأسطورة، والأسطورة من العلم، وهكذا فإذا كان حقًا مصطلح الظهور أو النشوء ينطبق على كل الظواهر، فقد يتعجب المرء لكونها ليست زائدة، ولكن هناك أسبابًا وجيهة تتمسك بها. أولاً فهى تذكرنا بتعقد الحياة الواقعية والأسباب المتعددة التى تجعلها تعمل، تاركًا التوضيح للأسباب الفردية وآثارها للظروف مثل التجارب تمامًا. ومن المستحيل حقا أن نشير لسبب واحد بعينه وراء التحول من مفاتيح ونوت إلى موسيقى، ومن الكيمياء إلى الحياة. وهكذا فوراء كل هذه الحالات يوجد العديد من العوامل الكثيرة مسؤولة عن ذلك. ومصطلح النشوء أو الظهور يرمز إلى الفوارق بين الحديث والرؤية العالمية السامية، مع التأكيد على البساطة والتعقيد. والسبب الثانى لدعم المصطلح هو الإشارة إلى أن أى تطور نشأ من حركة العوامل السابقة الوجود فى الطبيعة، إنما هو بيان يدحض

فكرة التدخل الإلهى الخارجى. وفى هذا الصدد فإن ذلك هو ما يجعل الفرق بين أساطير العلم والأساطير غير العلمية. ومؤيدو التصميم الذكى ينكرون، على سبيل المثال، عالمية النشوء والظهور، فهم يزعمون أن هناك معجزات لا يمكن فهمها فى ضوء المسببات الطبيعية. ومثل هذه المعجزات يمكن شرحها وتفسيرها فقط إذا افترضنا التدخل الخلاق لقوى ذكية خالدة. وعلى الرغم من أن مؤيدى التصميم الذكى لا يبعدون تمامًا عن مفاهيم الزمن الجيولوجى ونظرية دارون للارتقاء والنشوء، لكنهم يتمسكون بفكرة تدخل الإله باستمرار فى تاريخ الأرض والكون بصفة عامة. وهذا المفهوم الإيمانى يختلف عن موقف الربوبية لجيمس هتون أبى الجيولوجيا الذى افترض أن الله قد خلق الكون ووضعه على نقطة البداية وأن مخلوقاته كانت من الحكمة بحيث إنه تركهم يتطورون لحالهم.

ومثال جيد على ذلك، هو أصل الحياة، فموقف التصميم الذكى هو أن الحياة لا يمكنها النشوء بمفردها. وإن ذلك إعجاز إلهى يحاول العلماء أن ينسبوه للكيمياء العادية. وانطباعى الشخصى أن مؤيدى التصميم الذكى هم أقل عقيدة من العلماء حيث إن النشوء التلقائى للحياة من المواد اللاحيّة والطاقة يبدو أكبر معجزة من خلقها بخالق خارجى. ومن الضرورى أن يدركوا أن الكيمياء تُهلوس وليست عادية. وعلى الرغم من الجهود الواسعة التى بذلها ملايين العلماء على مدى عقود عديدة. فإننا الآن أمام موقف كى تفهم بشكل واسع التفاعل المتنوع والمتماثل بين الأشياء غير المرئية مثل الجزيئات والذرة والجسيمات البدائية. ويمكننا تصميم وعمل مواد كيماوية بسيطة، ونحن فى الطريق للإمساك بالعمليات الكيماوية داخل الخلية الحية. وهؤلاء الذين يتتبعون ويبحثون فى أصل الحياة يحاولون حل أحد الألغاز الكبيرة الممكن تخيلها. وفى معظم المعامل يحاول الكيميائيون بناء تجمعات جزيئية تضاعف نفسها، وهى المواد التى تكونت منها الحياة الأولى، ونجاح هذا البحث يعتمد على الرؤية العميقة داخل الظروف التى تسود الأرض الأولى وتساعد على اكتشاف أماكن أخرى فى الكون حيثما تنشأ حياة أخرى.

وكل هذا يثير التساؤل عما إذا كان بمقدور العلم تقديم دليل قوىّ على أن النشوء كونى، والإجابة بالنفى. والسبب فى اعتقاد العلماء فى النشوء أن جزءًا من حقيبة أدواتهم واكتشاف كيفية نشأة هذه الظاهرة من الأحوال السابقة، هو عصب البحث العلمى. والنجاح فى ذلك هو الدليل الوحيد المتاح. ويبحث مؤيدو التصميم الذكى بشغف فى المادة العلمية عن الظواهر غير المفسرة، وبدلاً من تحديد هذه المسائل كمادة للبحث يجعلون منها خلقًا إلهيًا. وبذلك يبعدون عن العلم، وينكرون على أنفسهم بركات أساطيره، وفى إطار مفهوم النشوء فإن التدخل العلمى فى عالم الأساطير له التأثير المضاعف نفسه الذى وجدناه فى حالة الوقت العميق، وهو مثالنا السابق، ويشير الصراع مع التصميم الذكى إلى الوظيفة النقدية، والعلم ينقى الأساطير غير المحصة ويزيل كل الخيال غير المناسب منها، ويظهر الحقيقة العميقة على الملأ، ولكن ماذا عن الوظيفة الثانية، كيف يمكن أن يضيف مفهوم النشوء إلى ثروتنا من الأساطير، ويساعدنا على التكيف والتوجه بشكل مناسب فى الأوقات الصعبة ؟ والإجابة أن النشوء يأتى بعنصر الدهشة والتعجب. وهم يذكروننا بالبيضة الراقصة فى برشلونة، بالموسيقى التى تصدر عن نوتة، فالحياة التى تنشأ من الكيمياء بالأفكار هى التى تتولد من الحيرة، بالوجود الناشئ من أرض غير واعية والنشوء يأتى فى قلب افتتاننا بالعالم الذى ننتمى له.

ونذكر بأن هذا الافتتان هو الذى أنقذ حياة الصياد فى قصة إدجار آلان بو من الدوامة.

الأسطورة الثالثة: تطور تاريخ الأرض

يناقش الفيلسوف السياسى جون جراى فى كتابه الشهير "التجمع الأسود" سفر الرؤيا ووفاة اليوتوبيا ويذكر أن الإجرام الذى تم زرعه فى أعماق الثقافة الغربية

هو المسؤول عن الكوارث المتكررة. إنه الاعتقاد فى تطور التاريخ، وبفضل ذلك سيصبح العالم أفضل وسيكون للتاريخ هدف وكل ما يجب علينا فعله كثيرًا هو المساعدة على تحقيق ذلك. وهذا المفهوم له أصول مسيحية كما يقول جراى وتم طلاؤه بالتنوير، وفى القرن العشرين أدى إلى تلك الأيديولوجيات مثال النازية والستالينية وفى العصر الحالى تسببت فى حروب الشرق الأوسط الكئيبة. ومن المؤسف ألا يتعلم الساسة من الخبرات السابقة، ومفهومهم الأسطورى للتطور هو عقيدة عمياء لا توجد فى القِدَم، ولا يعلم عنها أحد خارج الثقافة الغربية. ويقول جراى بأن هناك تطورًا يطرأ على العلم والتكنولوجيا، ولكن إذا ما وضعنا فى الاعتبار العناصر الأساسية للأخلاقيات والسياسة وعلم النفس الإنسانى، فالمستقبل سيكون على غرار الماضى. وهو يعتقد أن المفهوم الحلقى (الدوّار) للتاريخ يعد أكثر منطقية، فالتاريخ طاحونة وتتابعها لا ينتهى من فترات الازدهار، وتتبادل مع الصراعات التى دائمًا تهتم بالمسائل الأساسية. وياله من عالم تعس بدون الهلاوس التى يدعون أنها تدعم التطور. ويمثل رأى جراى حدسًا شعرت به قطاعات عريضة. وهذا الرأى له مغزاه ليس فقط لمزاياه ولكن لتدفقه. وفى كتابه "المقياس الإنسانى" يضع الجيولوجى سولومن كرونبرج الرؤية الدائرية فى إطار ثلاث ظواهر مختلفة للوقت: الوقت كتيار والوقت كدائرة والوقت كنبض ويعنى الوقت كتيار التتابع غير المعكوس للأحداث التى تتبع التطورات السابقة. والأمثلة لذلك هى التحلل (الاضمحلال) الإشعاعى وبرودة أعماق الأرض، وارتقاء المياه وتطور بيضة مخصبة إلى إنسان. ويمثل تعاقب الليل والنهار، والصيف والشتاء والحرارة والبرودة أثناء العصر الجليدى، وكذلك فإن تجميع وتفكيك الغازات هى ظواهر للتدوير، ويمكن أن تضيف دورة الصخور والمياه والعناصر الكيميائية. والحوادث الكارثية التى تصطدم بالتيارات والدورات وتأثير النيازك والانقراض وحدوث ظاهرة تسونامى وهكذا.....

ويظهر تقسيم كرونبرج الرؤية الدورية ذات الجانب الأحادى التى يراها جراى فى الوقت نفسه ونحن ندين بهذه الرؤية الداخلية للرؤية الطويلة للجيولوجيا لتاريخ الأرض.

ونظرًا لقصر الوقت الذى استغرقه جراى فيها أعتقد، فهو لا يرى سوى النماذج العشوائية التى يفسرها كنتاج للدورات والنبض، فى حين أن التيار بالنسبة له يمثل عنصرًا هامشيًا وأنا شخصيًا أفضّل كلمة التطور عن التيار لأنه مؤكد لحقيقة أن تطور الأرض من خلال التراكمات، يشير إلى اتجاه عاقل، لذا فإنها ستتطور من الآن فصاعدًا.

والتطور ليس مقصورًا على الحجر الجيرى والأكسجين، والأمثلة المذكورة فى الفصول السابقة، وفى مقدمتى لعلم نظام الأرض، رأينا نفس الشىء فى الارتباط بدورة الصخور، ففى الرؤية العالمية السامية أصبحت طاحونة هتون حلزونية مع مزيد من المواد القارية التى تخرج فى كل دورة، وأمثلة أخرى هى ارتقاء الحياة، وبناء دورات بيئية مبدئية فى التاريخ الجيولوجى وترسيب السليكا فى المحيط وارتقاء الثقافة، وهى ظاهرة سنناقشها فى الفصل القادم. وقد أصبح عدم التماثل سمة عامة لتطور الأرض على المدى الطويل، وهذه الأمثلة التى أذكرها هنا هى مجرد ظواهر منفصلة لاتجاه يدل على بطء الأرض ككل.

وما يدعو لعملية تطور الأرض بشكل صارخ هو ظهور آليات عالمية منظمة وإقصاء القشور المؤذية لغلاف كربونات الكالسيوم فى المحيط بالإسراف فى بلورة المواد الكائنة والتكلس البيولوجى وهو نقطة للبحث، وكذلك الجمع العالمى للتخليق الضوئى والتنفس أو الدفن لمواد عضوية. ويبين مثال الحجر الجيرى كيف يتعافى النظام سريعًا من الدمار المفاجئ. والأرض يجب أن تحتفظ بذاكرة عالمية للأحداث الماضية من شأنها المساعدة على استقرار تركيبها الرائع.

ولكن كيف سيكون شكل تلك الذاكرة؟ الشيء الواضح هو الدنا ***DNA*** لسكان كوكب الأرض، ولكن ينبغي أن نتذكر أن بعض الأجزاء غير الحية من الأرض قد تم إزالتها من التوازن الحرارى الديناميكى.

ومع الأخذ فى الاعتبار للوضع الحالى للأرض فإن الحجم المتزايد للتجمعات القارية والدور السائد للألواح التكتونية والحالة السائلة للمحيط والعبء الكبير للمواد المضادة للتكلس فى مياه البحر والنسبة العالية للأكسجين بالمجال الجوى، تأتى ضمن العوامل التى تحفظ الأرض فى حالتها الرائعة كالبيضة الراقصة. وتبدو ذاكرة الأرض غامرة للنظام بأكمله وليست محددة بالمجال الجوى. وإذا كانت رؤية جراى للتاريخ البشرى تنطبق على الأرض كلها فلم يكن ليطرأ أى تغير خلال العصر الجيولوجى وعلى المدى الطويل ستضيع كل المعلومات فى الدورات، لأن نظام الذاكرة يمحى مع مرور الوقت. ومانراه فى الواقع هو أن قوام تكوين الكوكب ينزلق من مكانه أكثر وأكثر من مكانه الأصلى برغم الترددات العديدة للتتابع البسيط، والتكلس التلقائى يتم إزالته من المحيط، أما آليات التكّلس البيولوجى فتصبح أكثر قوة ويبنى الأكسجين فى المجال الجوى وبشكل منتظم على أكثر من ٢١٪ ويزيد من سمية الهواء فى أثناء شحن المجال الحيوى، ويبدو وكأن النظام يتعلم من الدروس الماضية.

وعلينا أن نحرص كل الحرص هنا لأننى أستخدم مصطلح "يتعلم" كاستعارة فبالنسبة للكثير من الناس وخاصة علماء الأعصاب تعنى كلمة "يتعلم" نوعًا من الوعى. وفى الأمثلة التى طرحتها قد تعنى الوعى الكبير الناشئ حول حركات الأرض عبر الدهور. وعلى الرغم من عدم قدرتنا على استبعاد هذا الاحتمال، فإن هناك دليلا علميا غير كاف لدعمه. وفى مثل هذه الحالات من الأفضل أن يتبع المرء نصيحة الفيلسوف لودويج الذى قال بأن من لايستطيع الكلام فى شىء فعليه السكوت، إلا أن هذا التشبيه الاستعارى لا يعد فكرة عن الأرض المتعلمة بفكرة سيئة.

جلال الكوكب والطبيعة السامية للبشرية

ويبقى التساؤل عمّا إذا كان إدراك "جراى" للوقت المتسلسل، كان غير واقعى لدرجة تجعل معارضيه من اليوتوبيين على حق. ونقاشنا حول الأكسجين فى المجال الجوى والحجرالجيرى يوضح أن التوجه فى تاريخ الأرض ليس تحركًا سهلاً للأمام فالدورة لهذا التطور يصعب التكهن بها.

وقد رأينا التغيرات الدنيوية المتضافرة مع الحركات الدورية المعقدة والنشوء والنبضات (الذبذبات). ويتم بانتظام تغذية ذاكرة النظام، ما دامت أن هذه الديناميكية المعقدة قد تم كشفها. وهذه التراكمات من المعلومات الناتجة حول التطور للنظام كله تؤدى بدورها إلى تراكمات لمعلومات جديدة. إلا أن أيا من هذه البيانات لا يعطى أى انطباع بأن النظام يتقدم إلى هدف بعينه، فلا توجد أية علامة لاستخدام المصطلح الفلسفى. وفى هذا الصدد يمكن للمرء عقد مقارنة بين تاريخ الأرض وانسياب النهر. هناك تيار وليس هدفًا، فالمياه تتدفق لأسفل المنحدر بدون توقف، ولكن الدورة الحقيقية للقاع تعتمد على الحركات الجيولوجية غير المتكهن بها فى الأسفل. وجون جراى على حق فى هجومه على اليوتوبيا. ولكن نظرته السوداء لتاريخ دورى شىء ممل ونظرة لا تُحتمل. والنظرة القصيرة للمؤرخ الكلاسيكى، تؤكد إلى حد كبير الكوارث التى تصيب البشرية على مدار قرن، لكنها تتجاهل كيف تم إزاحتنا بعيدًا نهائيا عن الحالة الأصلية للأرض. وهى تؤكد مرة أخرى اعتبار ذلك خلال رحلاتها عبر الدهور مما زاد من تعقد الكوكب فأصبح أصلب عودًا، وهكذا فكلما انهار تماسكه نجح فى الاستشفاء بسرعة واستئناف رحلة الأوديسا العظيمة.

التطور والنشوء

يستخدم الكثير من علماء نظام الأرض كلمة النشوء والارتقاء عند الإشارة لتطور الأرض. وعلى الرغم من عدم استخدام داروين نفسه لكلمة النشوء، فإنه

أصبح هذا المصطلح مصاحبًا لهذه النظرية وهو يشير إلى الآلية التى تحدد ظهور أنـواع بيولوجية جديدة.

وتؤكد النظرية أن شعوبًا من الكائنات الحية تنتج صغارًا تتميـز بدرجـة معينـة من التنوع الجينى المحدد، وترحب عملية الانتقاء الطبيعى بأكثر الأنواع مناسبة، والتى تستطيع أن تنقل خصائصها المكتسبة للأجيال اللاحقة.

وقد تشمل هذه النظرية "النشوء" عـلى مـستويات أكثـر مـن الأنـواع ولكـن بالنسبة للأرض بصفة عامة لا يمكن تطبيقهـا. وعـلى المـستوى التنظيمـى للكوكـب لايوجد تنوع يمكن أن يلعب عليه الانتقاء الطبيعى، وكـذلك لا توجـد أيـة أجـسام سماوية حولها تنافس الأرض فى مصـادرها المحدودة، إلا أن نتائج علم نظـام الأرض لا تدع مجالاً للشك فى أن هذا الكوكب هـو كيـان مـنظم يخـضع للتطـور. ويجـب أن نستنتج وجود نظرية عامة تفسر آلية التغير فى الكوكب، وكـل مـا نعرفـه أن الترتيـب ينشأ من النظام التفاعلى كله، وليس من الغلاف الجوى وحده، وأكثر مـن ذلـك فـإن التنظـيم المتغـير للكوكـب هـو المـسؤول عـن إصـدار شروط مقيـدة تحفـظ النـشوء البيولوجى.

وهذا الفارق مهم جدًا، ولذا أقترح أن يخـصص مـصطلح "النـشوء" لأصـل الأنواع البيولوجية. واستخدام مصطلح التطور كمصطلح عام يشير إلى كل الظـواهر التى تتطور من خلال التراكمات من الخصائص المكتـسبة. والتطـورات ليـست فقـط مخصصة لتأريخ الأرض، ولكن للكون كله فى النـشوء البيولـوجى وفى تطـوير الفـرد البيولوجى (تطور الجين) وفى العلوم، وكما سنرى، فى تاريخ البشرية. ولكل من هـذه الأشياء تختلف الآليات المحـددة ويمكننـا أن نتمنـى ظهـور نظريـة عامـة تُفـسِّرهذه الظاهرة كلية الوجود. وأنا شخصيا أشعر بأن الأفق تُلوح فيه نظرية جديـدة لـلأرض وسوف أتطرق لذلك فى الفصل الأخير.

الدروس الأسطورية المستفادة من تطور تاريخ الأرض

عندما شهدت سفينة الفضاء أبوللو ٨ كوكبنا وهو يظهر فوق السطح الفاصل للقمر، أصبح هذا المكان المعروف لهم فى الكون فجأة هو أكثر الأشياء غموضًا. وما لاحظه رواد الفضاء كان الأثر الغامر لتطور الأرض. وقد عصفت الحقيقة بأن الكون يمكن أن يولد مثل هذه المعجزة برؤيتهم العالمية. ويأتى علم نظام الأرض بهذا الإحساس إلينا ويوصل لنا الوعى بأساطيره، وهذا الكوكب هو كوكب سامٍ حقا، ومع ذلك فتفاصيله مملة وغير محببة. ويُظهر العلم حاليًا عمق جذورنا التى لا يمكن قياسها.. وقد تطور العالم على مدى ٤٥ مليون قرن قبل ظهور مجموعة من التعقيدات التى ساعدت نشأتنا نحن البشر. وهذا المفهوم يوصل إلينا تضامننا العميق مع الكون بصفة عامة ومع الأرض بصفة خاصة. ونحن نتكون فى أصلنا وحقيقتنا من مواد أرضية ولايوجد شيء فى البيولوجيا خاص بنا، لم ينشأ من العمق اللامحدود لتاريخ الكوكب، وكل عقولنا وأفكارنا هى نتائج للتطور العالمى، وعندما نسمح بغرق هذه الملاحظة سيكون من الصعب الهروب من النتيجة النهائية بأن نشأة البشر خلال الارتقاء شكلت بذرة لوعى كوكبى جديد، وسوف يلى ذلك أنه عندما شهد رواد الفضاء نشأة الأرض، شاهدت الأرض نفسها من محيط عميق بعيوننا لأول مرة طوال وجودها.

ومع هذا البيان المحير قد نكون بعدنا عن الجانب العقلانى للعلوم، وانتقلنا من هناك إلى عالم الأسطورة، ولكن على حد فهمى لا يوجد أى تناقض فى المضمون. وهذه الأسطورة يجب أن تكون من النوع الذى يستطيع العلم إنتاجه. وما تظهره قد يكون قيّمًا، وقد لايكون على الجانب العلمى، ولكن على الجانب الأسطورى. فنحن البشر لايمكن الاستغناء عنا، فنحن فى غاية الأهمية، ومثل هذا المنظور قد يقدم لنا أساسًا لتوجهنا العقلى فى خضم هذا الارتباك الكامل من التهديدات العالمية.

وهناك درس أخلاقى كذلك، فنحن لن نكون أبـدًا أسـياد الأرض ولاخَـدَمًا لها. والكوكب قادر تمامًا على العناية بنفسه، ولايحتاج لنـا لاسـتمراريته، ومـا يمكننـا عمله هو المحاولة ورفع مستوى الوعى العـالمى وتـرك القلـق ودعـم عمليـة التطـور للكوكب.

الأسطورة الرابعة: الأرض وطننا الأم

١ - الأسطورة الرائعة الناجمة عن علم نظام الأرض هى الإدراك بـأن الأرض هى وطننا الطبيعى. وقد نفضـل موطـن أسرتنا ومدينتنا، وإقليمنا، وبلــدنا، ودينــنا أو ثقافتنا كبؤرة مفضلة لتوجهنا، ولكـن الأرض تجعـل مـن كــل تلـك إلتعريفـات أمرًا تافهًا.

وفى الستينيات من القرن العشرين جعلتنـا صـورة ظهـور الأرض عـلى درايـة كاملة بالتضاد الكئيب بين سطح القمر المهجور وعالمنا الملون الحلو المر. ولفترة قصيرة حدث وعى عالمى جديد فى عقولنا، ولكن الصورة وحدها ليست كافية لترك انطبـاع دائم، لذلك اختفت الروح الجديـدة بـسرعة. وحاليًـا وبعـد نـصف قـرن، غرقنـا فى التهديدات من المنظور العالمى وأصبحنا متضررين من أبعاده العملاقة.

والنزوع القومى، هذه اللعنة التى أُبتلى بها الجنس البشرى فى القـرون الماضـية، يبدو أنها ستعود من حيث أتت. وهـذه الألـوان المزيفـة والألـوان المتألقـة للأعـلام، والشرائط التى تظهر مرة ثانية فى كل مكان. والأساطير الطفولية التى تدعو للجريمـة وسفك الدماء. وأبطال الماضى والمعارك فى القرون الوسطى. هل نحتاج فعلاً إلى مثل تلك الرموز للحفاظ على هويتنا؟ قد نحتاج إلى مستوى من الروابط البسيطة ولكن فى كل العصور، يجب أن توضع هذه الأمور فى سياق التطور العالمى المناسب.

وفى نفس الوقت، يحمل علم نظام الأرض الأسطورة الوحيدة التى تستحق الاعتبار. فإنها تعمل على تعميق الانطباع الانتقالى الذى تركه ظهور الأرض، إنها تقوم على الحقيقة وتدعمها الفترات الخاصة بالتطور العالمى وتعطينا هويتنا الخاصة. وهى ترمز لتضامننا مع الحياة على الأرض ومع الطبيعة على مستوى واسع. وعلم نظام الأرض يحتاج لمكان مهم فى التعليم فى جميع الدول وعلى كل المستويات.

العلاقة بين المصادر العلمية وغيرها والأسطورة

يبدو أن الموارد الواسعة وغير المطروقة للأسطورة المقيدة بالحقيقة، والتى هى فى متناول اليد، وكذلك الوصول لهذه الثروات لا يحتاج إلى إلهام إلهى أو قوى خارقة من أى نوع، فكل ما علينا أن نفعله هو أن نغلق أفواهنا وننصت لما تقوله الحقيقة. والأسطورة تنبع من العلم وفى ضوء التعطش الحالى للتوجيه قد يتوقع المرء أن يزيد الاهتمام العام بهذه الثروة المهملة فى السنوات القادمة.

ومرة أخرى أدعو إلى تقييد عملية تطبيق العلاقة بين العلم والأسطورة، ففى العديد من المناسبات، أدى هذا الدمج غير الممحص للعلم والأسطورة إلى نتائج تتعارض مع العقل أو الطبيعة، كما هو الحال فى بوفارد وبيكوشيت لفلوبير أو الانحرافات الكبيرة لستالين وهتلر. فما يحيط بالأسطورة يحتاج إلى تهذيب. وهذه الأيام نشهد كيف انحرف علم الاقتصاد بأسس وأصولية السوق إلى تحقيق مصالح العاملين بالبنوك ومديرى المصانع، وشجعت جوائز نوبل على الجشع. ونحن على دراية بحالة أهل الفارماكولوجيا حيث تضخ المصالح المالية مشاريع لعمل بحوث وهمية حول منتجاتهم لتغزو الأسواق، وماذا عن علم المناخ الذى يصر على مسؤولية الإنسان عن تغير المناخ وعن غاز ثانى أكسيد الكربون بوصفه منظمًا رئيسيًا للمناخ، والعلم من شأنه عمل أسطورة حسنة وصلبة ما دام أنها تقوم بعملها فى إطار عزلة نسبية بعيدًا عن الإغواءات الأسطورية.

وما دام الطلب الرهبانى على الموضوعية الحرجة مستمرًا، فيجب أن تكون هناك مراقبة دقيقة وحازمة حتى يمكننا أن ننسبها إلى الرؤية الطويلة للحقيقة. ويجب على رهباننا العلماء أن يقدموا ما تم تدريبهم عليه طوال الوقت، ويقيموا خيالاتهم ويسلموها للواقع. وإذا كان هناك ارتباط الأسطورة بمسألة حياة، إذًا فممارسة الضغوط تكون مهمة لقمع التخيلات الخاصة بالأوهام الانفعالية.

وعلى المدى القصير فأى مطمح فى تحقيق توازن كلى بين العلم والأسطورة سيبدو نوعًا من اليوتوبيا. وأذكركم بحدس إدجار مورين بأن العلم لا زال فى العصر الحديدى. وبالفعل فإن هذا المشروع لا زال حديث العهد وإجراء تحليل لجانبه الأسطورى قد حان. وإذا كان عالم الاجتماع نوربرت إلياس على حق حين حاول دمج الأسباب فى تخصصه فى المستوى العالمى، قد يسبب تأخر مجاله العلمى إلى ما وراء العلوم الطبيعية، ثم أشار إلى تصور آخر، فهذا يعنى أنه يجب علينا الانتظار حتى تنضج العلوم الإنسانية قبل أن تطرح أساطيرها الكامنة. هنا تكون الضغوط كبيرة لأن هذه الطريقة لتوجيهنا تنذر بأنها ستكون أكثر إلهامًا وحميمية عن الأساطير الناشئة من العلوم الطبيعية البعيدة، وسأناقش فى الفصل القادم أصل الحضارة وتاريخها، كذلك فإن وضع الأفكار لم يأت من الزمن، فقد نجبر على التراجع عن المفاهيم العلمية الخاصة بتوجيهنا، ويفضل حينئذ أن نلجأ للأفكار التى لا تخالف الوضع الحالى للفهم العلمى، وفيما يلى مثال واحد من الكثير من الاختبارات المحتملة.

مثال:

ذات يوم دخلت فى نقاش مع كارل تر صديقى القديم الذى خدم كقس فى الكنيسة البروتستانتية. فقال لى: تغيرت نظرتى خلال تلك السنوات، فقد عزف الكثير من رجال الدين عن الإيمان بفكرة أن الله هو الذى يسير الكون، ويتدخل فى صناعة

التاريخ، فلم نعد قادرين على تصديق ذلك بعد أحداث أوشفيتز، ويجب ألا ننسى أبدًا أن الإنجيل كتب فى وقت كان لدى الناس فيه صورة عن عالم مختلف تمامًا عما نراه اليوم. وفى هذا العرض كانت الأرض لا زالت مسطحًا منبسطًا ومغطى بقبة من السماء، وهناك فى الأعلى يقيم الرب الذى يشخص ما يعتقد فيه الناس كالسر الأعظم الذى يحفظ هذا العالم والحياة كلها معًا.

وكان الرب يمثل حقيقة المحبة وقوة محررة تعتنى بطبقة خاصة بالجنس البشرى على الأرض. ومن هذه النظرة المنطقية يمكن للرب أن يرى الأرض والبشر الذين يعانون. وقال كارل تر إننا لم نعد نستطيع أخذ هذه الصور بشكل حرفى، ومثال لذلك أن عيسى لم يمش قط فوق الماء، ولكن كل من سمع تلك القصة فى ذلك الوقت كان يدرك مدلول البحر كجامع لكل القوى حوله وفى داخلنا والتى تؤدى بنا إلى الأعماق. وعرف الناس ما يعنيه عندما ظهر إنسان وتملك من هذا التهديد وخاض الأمواج وأنقذ البشرية من الدمار. ومثال آخر وهو الإصرار على أن جسد المسيح قد بدأ فجاة يتنفس بعد وفاته، وهذا يسىء إلى مدلول القصة. وأحيانًا ما يعطى الإنجيل صورًا من شأنها إعطاؤنا الشجاعة والتوجيه، وعندما نقرأ القصص القديمة بعناية وتلك الخلفية فى أذهاننا نجد أن الأمور تكون مرتبطة ببعضها بعضًا ومصدرًا للإلهام.

وعلى سبيل المثال هناك العديد من الصور المختلفة للرب ويمكن أن نتعرف عليها بسهولة لأنها مستمدة من الحياة العادية. الرب هو الأب أو الأم الموجودان لنا، كملك يحكمنا أو محب فقد حبيبه. الإله هو ما يهب الحياة ويوجهها، وهو ليس كائنًا غريبًا ويمكن أن نصدق فيه أو لا نصدق فيه. بل هو سر وجودنا تمامًا كما فى كلامهم الذى يجعلنا نشعر أننا بموطننا على الأرض فالإله مرادف آخر للخبرات الأسطورية للبشر الذين عاشوا مدة طويلة فى الصحراء وكان لابد وأن يعيشوا فى بيئة عدائية، وقد يكون ذلك كله مغايرًا عن المضمون الأسطورى للعلم الذى تتكلمون عنه.

وتطرق كارل للشرح بأن البحث النقدى للنصوص الإنجيلية قد أظهر تطورًا فى مفهوم الإله، وكان ذلك من شأنه إثراء يضاف إلى الخبرات المتراكمة لشعوب الإنجيل. وتصور أقدم النصوص الرب قوة غيورة وانتقامية. وفى كتاب سفر التثنية يمكنك أن تقرأ مثلاً إن الأبناء الذين عصوا آباءهم يجب رجمهم، ولكن فى آخر الإنجيل هناك تلك القصة للابن الضال. هذا الشاب أهمل وهجر دار والديه وبعثر ثروته وعاد متشردًا ورحب به والده بسعادة بالغة وأعطاه نصيبًا جديدًا من الممتلكات. والإنجيل ملىء بالأمثلة الشبيهة بتلك القصة، وفى عهد يوحنا الثامن كانت هناك امرأة على وشك الرجم بالحجارة. أنقذها عيسى قائلاً: من كان منكم بلا خطيئة فليرمها بحجر. وبالنسبة لكارل تعد هذه قمة التعبير عن الأخلاقيات التى شهدها. وقال يمكنكم أن تستنتجوا أن هناك تطورًا فى العمل فى المفهوم الإلهى. ففى عصرنا قد يكون العلم قد أصبح أهم قوة لدفع التطور، ويمكننى الذهاب إلى الحد الذى أقول فيه إن الإلوهية ليست كيان نفس، نعمله لإرضاء أنفسنا. ويبدو لى أن الرب – الكيان المانع للتوجيه بالإنجيل – إنما هو حقيقى مثل العلوم التى تقدم الأساطير التى نتحدث عنها، وأن التطوير الإلهى يعكس تطوير المجتمع.

وعلىّ أن أقر بأننى لم أعرض مثلاً لقصة المرأة المنحلة فى الأساطير المشتقة من العلم، وقد دهشت أن أجد أن نظرة كارل تتماثل إلى حد كبير فى العديد من الجوانب وتتكامل معى برغم أن الكلمات مختلفة، وكان هناك شخص متدين مستعد لأن يطوع آراءه لاكتشافات العلم. وأيضًا كان لديه مدخل لعالم الأساطير، حيث إن العلوم الإنسانية قد تكشف مستقبلاً، ولكن يظل ذلك بعيدًا عن النظر من منظور العلوم الطبيعية، ونظرية التطور بالنسبة للمفهوم الإلهى قد زودت عقيدته بمستوى عالٍ من الانفتاحية والمرونة وحب الاستطلاع والفضول. فهل يمكن للمرء أن يتصور بديلاً للصراع الدائم بين العلم والدين وهل يمكن أن يكون العلم استكمالاً لحكمة الألفية

الماضية كما تم تجسيدها فى أديان العالم العظيمة مرة أخرى، سيكون لجؤونا لمبدأ الفكر المركب كما صاغه مورين ليسمح باستمرارية معينة بين الدين والعلم مع الإقرار بأن هناك ما يفرق بينهما بعمق.

وعلى نقيض الممارسة الدينية، يكمن فى صميم العلم، القيام باختبار وشرح حصرى للعالم الحقيقى من خلال الملاحظة والتجربة والتصحيح المستقل. وللعلم تطوره الخاص، ويمكنه التقدم ما دام يرفض التفسير الخارق للطبيعة، ولا يقر أى سلطة إلا لسلطة العالم الحقيقى، وبذلك يخلق أسطورة خيالية مشتقة من العلم من شأنها تزويدنا بتوجه جديد فى الحياة. ومن المفيد إدراك أن هذا الشكل من إنتاج الأساطير قد نشأ منذ مئات السنين القليلة الماضية من تداعيات أقل تنظيمًا، وأنه حتى الآن بدأنا بصعوبة فى عمل إجراءات سليمة لحصر هذه الأساطير والنتائج ممتدة، وقد يتصور المرء دورًا للعلم فى رأب الصدع بين الثقافات والمعتقدات المختلفة فى هذا العالم. وعلى أية حال فالطور الدافع للتقاليد القديمة مختلف، فى حين يبدو العلم أنه قد وصل إلى إمكانية فريدة من الشمول العالمى.

ودون أى تردد أنهى هذا الفصل بحلم راودنى بعد مناقشاتى مع كارل تر فأنا على دراية بطبيعته الجدلية، ولكنها كانت متسقة مع مناقشاته، وقد تثير بعض الأفكار. وعلى مر الحياة أدركت شكلاً غامضًا على الطريق يقف وظهره لى وأدركت أنه الرب بنفسه، وأشار وصرخ علىّ قائلاً: لا تتحرك من مكانك ولاتقترب أكثر واستمع لكلامى، إن أتباعى قد تملكهم الوحى القديم حتى إنهم لا يعرفون كم تطورت حاليًا، إلا أننى لسنوات طويلة احتفظت بآخر أخبارى الجديدة أمام أعينهم، وها نحن الآن قد وصلنا إلى نقطة أقف خلفها وأترك إظهارها للبشر أنفسهم، ولكن الناس لا يفهمون. إنه فى العلم أيها الأغبياء، فى قلبه تمامًا.

الفصل التاسع

تطور الحضارة

من الجيد أحيانًا أن ندرك أن أكثر الشخصيات احترامًا كانت منغمسة فى حمأة الرذيلة. وهذا التواضع الذى يتخفون فيه هو وعاء تذوب فيه المشاعر النبيلة والمرذولة وتختلطان معًا، وتندمج المعجزات الإلهية مع الرغبات الشيطانية، وينزوى الأدب أمام الفن الردىء. ومن نحن؟ ومن أين أتينا؟ كل هذه الأسئلة تحتويها الأساطير مع الكثير من العواطف ويصعبها العلم. وبالطبع يتم اطلاعنا على تفاصيل التقنيات المستخدمة، الزهور والنحل وعلم الأجناس والأنثروبولوجيا. وبكل تأكيد اكتشف فرويد طاحونة النفس، ولكنه فشل فى حل شفرتها. ولم يختف هذا التضمين عند اختيار المنظور واعتبار أصول الإنسانية كلها. وفى الوقت الحاضر، بعد قرن ونصف من ظهور داروين، اعتاد الناس على الفكرة القائلة بأننا ننحدر من حيوانات كالقردة. وكثير منا على استعداد لاعتبار حيوانات أوسترالوبيشيسينس ويشكانتروبى بين أسلافهم. والمشكلة هى فى الآليات التى دفعت النشوء البشرى. وتتنافس الأديان والحركات الروحية والأيديولوجيات على أكثر الأساطير إغراء. ولكن العالم الحقيقى ماذا لديه ليقوله؟ لسوء الحظ أن العلم قليل التماسك فى هذه الأمور بشكل أكبر من منافسيه. وليس كمثله شىء فى أى مكان، إنه فى هذا المكان حيث يتوجب علينا الوفاء ودفع ثمن التجربة. ومسألة أصل الإنسان تعود بنا إلى الارتباك البابليونى حول الأنظمة غير المتشابهة. وفى هذا المزيج من السهل جدًا للعلم والأسطورة أن يمتزجا فى مزيج غير مستساغ. وما يجعل الموقف أكثر سوءًا هو انتشار الفرقة بين علماء الاجتماع إزاء القصص العظيمة، ويقولون نحن لدينا ما يكفينا من الأفكار الشاملة.

التاريخ الإنسانى غير متوقع، وما هو غير متوقع يحدث دائمًا، ولا توجد قاعدة لذلك، ولا سبيل للتكهن بالمستقبل أو فهم الماضى. وتبدو الإنسانية فى الحالة التى كانت عليها الجيولوجيا سابقًا قبل فكرة الألواح التكتونية وعلم نظام الأرض. وكل ما يمكننا دراسته كان قطعًا صغيرة من تاريخ الأرض. ولا توجد أية رؤية متماسكة للكوكب ككل. ألم يكن نوربرت إلياس عالم الاجتماع هو القائل بأن التضمين يعوق تطور العلوم الاجتماعية ؟ لذا على الرغم من وجود الكثير من الخبراء، فإنه لا يوجد مطمع فى وجود نظرية تؤسس جيدا وتشمل كل شىء. فى الواقع من الصعب إيجاد مجال حيث تكون المشاعر والأسطورة والعلم مدمجة بحميمية. ويعرف أكبر نزاع معلن بالمناظرة الطبيعية "التنشئة" وأذكر جيدًا لقاءً مؤلمًا بشدة على شاشة التليفزيون الهولندى عام ١٩٧٠ مع نوبل كونراد لورنز العالم النمساوى الأشهر فى علم سلوك الحيوان. وقد واجهه المحاور رتلسلى بالمديح الذى يعود لعام ١٩٣٣ لبرنامج هتلر "القتل بدافع الرحمة" وقد قطع هذا الضيف الكبير الذى توقع الترحيب به والمديح لفوزه بالجائزة الحوار بعد انزعاجه من الاتهامات الموجهة له واتهامه القديم، لأنه بعد فترة من هذا الحدث نشر كتابًا صغيرًا يدعى فيه أن أى انغماس اجتماعى يسمح للمرضى والضعفاء بالتوالد يعد خطيئة مميتة، وستهدد على المدى الطويل استمرارية الوجود للبشرية. وقد كتب أن الحيوانات تبدو عفية وقوية لأنها الفائزة فى معركة الوجود التى لا ترحم. والجينات البشرية هى المسئولة عن تحديد سماتنا بما فى ذلك السلوك، ويجب ألا نسمح للجينات الوراثية بالضعف. وقد اتسقت رؤية لورنز حول الطبيعة مع الفكرة الرائجة بأن ثقافتنا مجرد ملمح يفسد المركز الوحشى للطبيعة البشرية. وهذا القرار الجينى يأتى معاكسًا تمامًا للرأى الخاص بالنشوء والسائد فى العلوم الاجتماعية. وبدلاً من جيناتنا سيكون التطور الاجتماعى والثقافى هو الذى يقرر سلوك البشر. والجذور البيولوجية كانت مدفونة بعمق حتى إن تأثيرها كان واهيًا، ويمكن تشكيل العقل البشرى عند الرغبة، فهو كان لوحًا فارغًا يمكن أن

يوضع عليه أى شىء. وفى السبعينيات ظهرت وجهتان متضادتان. واشتعلت المناقشات لأسباب وجيهة. وقد اتخذت النازية والشيوعية، الممثلان لأكثر الانحرافات المدمرة للعلم فى القرن العشرين، هاتين الرؤيتين كعقائد مثبتة علميًا. ويعلم الرب كم من الملايين من البشر فقدوا حياتهم نتيجة لذلك.

إن مفهومًا غير مشجع لن يأتى بمثل هذا الجدل المروع فى هذا الكتاب ولكن مشكلة مكان الإنسان فى نظام الأرض هى محورية جدًا فى محاولاتنا للتوجيه، حيث لا يمكننا الخجل منها. وما أنوى عمله هو التحقق التمهيدى للتعرف على الوضع الحالى للأمور. هل العقبة التى ظهرت فى السبعينيات أصبح لها حل فى ضوء كشف الرؤية السامية العالمية؟ لقد ألهمنى تحليل إدجار مورين للتعقيدات. ففى رؤيته أن الجدال حول الطبيعة و النشوء فى صورته المتضادة، إنما هو كائن فى الفلسفة الديكارتية التى تميل لتأكيد المتضادات، وتمثل جزءًا من الرؤية الحديثة. وعلى العكس، تحمل التعقيدات المعنى بأن الإنسان كائن بيولوجى واجتماعى ويقوم كل عامل على الآخر. والعلاقة بينهما متنافرة فى نفس الوقت فهل يمكن رأب هذا الصدع؟

وعند النظر إلى الوراء فإننى على قناعة تامة بأن رحلاتى فى هذه المنطقة ليست مجرد تمشية عشوائية. فكلما تقدمت كان من السهل رؤية الجانب الفردى لأفكار كثيرة منشورة وتحديد أرض مشتركة. وفيما يلى، سأجمع بإحكام أفكار خمسة كتب تناولت أصل الإنسان من زوايا مختلفة. وبالنسبة لى كان من الممتع اكتشاف أن أفكارها مكملة برغم الاختلافات الشخصية. وكان صادمًا لى أن اثنين منها نشرا فى النصف الأول من القرن العشرين قبل أن تسود الرؤية العالمية السامية. وكان علىّ إزاحة بعض العناصر المتشابهة للرؤية العالمية الحديثة القديمة قبل أن تندمج فى مركباتى. ونتيجة لذلك المنهج، أصبح متعذرًا مناقشة العلم ومشتقاته الأسطورية بصورة منفردة، كما حاولت فى مناقشاتى السابقة حول علم نظام الأرض. ويجب أن نفهم أن مشكلة أصل

الإنسان متنوعة ويصعب إعطاء رؤية كاملة فى هذه الدراسة المبدئية. فعلىّ أن أترك البحث حول الحفريات والبصيرة لعلم الأعصاب. وكان تركيزى على آليات من شأنها تحديد أصل الإنسان وكيف نتماثل إلى هذا الحد مع الشمبانزى والبونوبوس. وفى الوقت نفسه نختلف بشدة، ما الآليات التى كانت وراء النشوء الثقافى وكيف اختلفت هذه الآليات عن مبادئ داروين؟ هذه المناقشات تؤدى إلى الجدل الذى دار فى الفصل الأخير، والرؤية السامية حول مكان الإنسانية فى نظام الأرض.

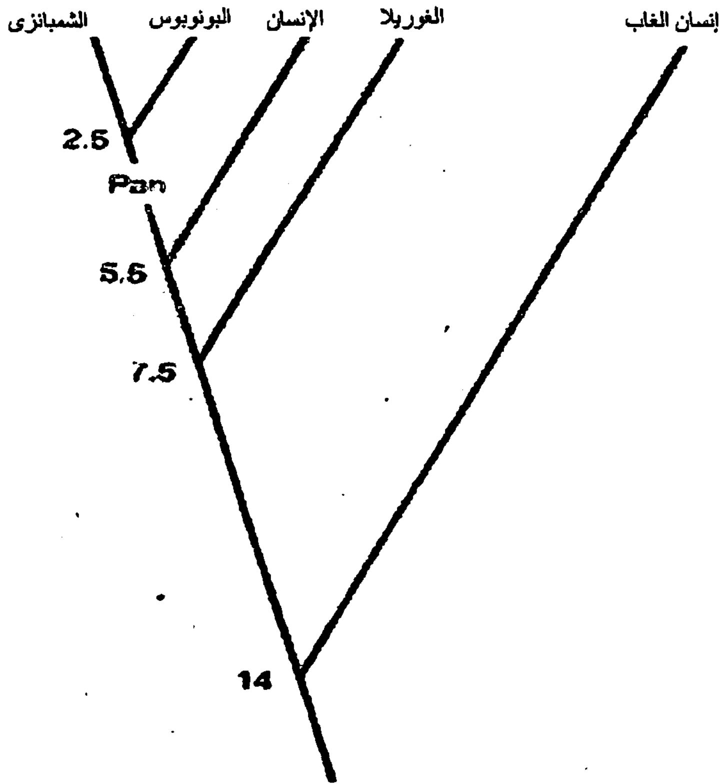
الجذور البيولوجية

فى البداية من المفيد أن نتذكر كيف كنا تافهين من منظور نشوء ارتقاء الشجر العملاق. وكل ما نتحدث عنه هو إشارة مهمة لفرع صغير، ومليونى عام حتى ٣.٧ ملايين سنة على مقياس الزمن. وكان أقاربنا فى عالم الحيوان هم الشمبانزى والبونوبوس. وقد انفصل هذان النوعان منذ نحو ٢.٥ سنة فى حين أنه منذ ٥.٥ ملايين عام انفصل أجدادنا من الفرع العام للنسب والأصول. أما القردة الآخرون، الغوريللات وإنسان الغاب فهم بعيدون عنا قليلاً (شكل ٩-١).

فهل من الغرور الاعتقاد بأن شيئًا غير عادى طرأ على هذه النسب منذ ٥.٥ مليون عام؟ نحن نعلم أن تطور النشوء الذى نتجت عنه شجرة كلية للحياة قد دفع به مبادئ داروين لبلايين السنوات. ويرى البيولوجيون المتخصصون فى النشوء أن كل الكائنات العضوية ككيانات ذاتية التطوير تنقل بصماتها إلى الجيل اللاحق: وهناك أخطار فى هذه العملية للتوالد حيث تسبب بعض التغيرات فى الجيل الجديد، وبناء على ذلك، يفضل الانتقاء الطبيعى أكثر الأفراد والشعوب مناسبة حتى يستمروا فى توالدهم. ومن نحن لنصدق أننا استثناء من هذا القانون القديم.

ويعد فرانس دى وال أحد العلماء الذين يدرسون أبناء عمومتنا الشمبانزى والبونوبوس. وكما هو معهود، لا يوجد أفضل من التواصل مع الحقيقة لنضع أقدامنا

على أرض الحقيقة. ومن خلال هذا البحث فى العقود الأخيرة تعرفنا على القتال والتودد والمضايقة واللعب والضحك ممن يدعمون بعضهم بالمعزة والإعزاز وبالإخلاص، ولكنهم أيضًا قادرون على الخيانة والقمع والجريمة. ولا تعتقدون أن هذه القيادات تعيش بعدم اهتمام وأنهم يتبعون غرائزهم، فجماعتهم يتماسكون لأن لديهم شبكات من القوانين غير المكتوبة التى تنظم درجاتهم وعلاقاتهم الجنسية وكذلك عاداتهم الغذائية، وهذا لأن أعضاء المجتمع يعرف بعضهم بعضا وتنشأ العلاقات بينهم، ولكن هناك أيضًا النزاع العارض والصراع الذى يحتاج إلى حل من حين إلى آخر.



شكل ٩-١

العائلة البشرية (عن دى وال ٢٠٠٥) ويفضل البيولوجيون توضيح شجرة التطور فى شكل الغصن ويركز هذا التمثيل على النقاط التى تنفصل عندها الأغصان. مع تجنب تقييم أهميتها.

وهذا العمل الموثق الذى قام به دى وال وزملاؤه يتعارض مع عقائد التقرير الجينى واللوح الفارغ عن الطبيعة والجدل عنها. وفى ضوء هذا العمل أصبحت مناقشات السبعينيات غير متواكبة، وبالطبع فإن الانتقاء الطبيعى يلعب دورا، ولكن التعقيدات من العالم الرئيسى تترك متسعًا للكرم والعطف والاهتمام بالضعيف، ولا عجب أن موقف دى وال قد أزيل بعيدًا عن التقرير الجينى. ولا يتبع الحيوان والإنسان بصفة خاصة الثرثرة السلوكية الأتوماتيكية التى وصفتها لهم الغرائز المبرمجة جينيًا، فسلوكهم ينشأ داخل الإطار الاجتماعى من خليط من النوايا والذكاء والخبرة، ومن المستحيل أن نقرر من هذا المزيج ما هو مولود وما هو غير مولود. وبكل حذر كان داروين على دراية جيدة بهذا الغموض، ومن أتباعه من أيذ فكرة البريق الثقافى، ولكننا نرى الآن أن القادة يدركون ويحيون بعضهم بعضا، وهم على وعى كامل بماضيهم ويمكنهم التفكير والقدرة على التخطيط (على سبيل المثال طرق السفر)، ويمكنهم عمل أدوات وأن يعيشوا فى كهوف ويتخذوا قرارات جيدة. وفى كلمة واحدة يعتقد دى وال أن الأوليات هم كائنات ثقافية مثلنا تمامًا. والمجتمعات العديدة من الحيوانات، وخاصة الشمبانزى والبونوبوس يمرون فى عمليات تعليمية تنتقل لهم خلالها الخبرات من فرد لآخر وللذرية، ولهذا يتغير السلوك مع الوقت للجماعة أو النوع كله، فى حين يظل تركيبهم الجينى كما هو.

ويعرض مبدأ الثقافة فى إطار النظرية البيولوجية، يسهل دى وال المناظرة بالعلوم الاجتماعية. وما فعله أيضًا هو إعادة فتح النقاش الذى بدأ، وكأنه قد انتهى منذ زمن. وقبل داروين اقتراح البيولوجى الفرنسى جين بابتيست لامارك (١٧٤٤ - ١٨٢٩)، الذى توصل أيضًا إلى أن كل الأنواع البيولوجية مرتبطة بالنشوء والارتقاء، واقترح آلية مختلفة لهذه العملية. وقد كان غير مدرك لأن الآباء ينقلون المعلومات الجينية لصغارهم، وأعتقد أن الخبرة المكتسبة خلال الحياة قد تم تمريرها. وأفضل أمثلة

لامارك الشهيرة هى الزرافة، التى يرى أنها تمد رقبتها لتصل إلى أوراق الأشجار فى غابات السافانا الإفريقية، وعندها من خلال معجزة تأتى بصغار لها رقاب أطول منها عند ولادتهم، وقد كان داروين يقول إن الصغار مثل آبائهم وإن يكن هناك بعض الفوارق وإن الوليد ذا الرقبة الطويلة له فرصة أفضل للحياة والتناسل. وقد أثبتت البحوث التى تلت ذلك أن داروين كان على حق، وأن لامارك قد تم نسيانه، وفى الاتحاد السوفييتى فقط عاشت شهرته لعدة سنوات وأصبح بطلاً لستالين وليسنكو، الذين نعرفهم كحواريين متحمسين لنظرية اللوح الفارغ. إلا أن النشوء الثقافى له الطعم اللاماركى. والتجمعات البشرية ومعها مجتمعات القردة بكل أنواعها لا ينقلون فقط المعلومة لصغارهم من خلال ممر الجينات، ولكنهم يوزعون معلوماتهم المكتسبة عليهم، ونظرًا لأن هذه الطريقة لا تعتمد على العملية المملة للتناسل، فيمكن أن تكون سريعة وتحدد ما إذا كانت تعمل لصالح الجماعة ككل. وهناك عقبة خفية فى اتجاه دى وال، ونظرًا لأنه يحصر نفسه فى البيولوجيا، فهو يميل لأن يسفه من شأن الفوارق بين أبناء عمومتنا المقربين وبيننا، برغم أنه يؤمن بأن البرمجة الجينية لسلوكنا إنها تخسر أكثر من الأوليات الأخرى، وعند ظهور هذا القصور بوضوح فى اجتماع عقد حديثًا حول هذا الموضوع، سمعت أحد علماء الاجتماع يقول إنه يجب أن يحاضر فى المحاضرة التالية أحد الشمبانزى حتى يمكننا التعرف على آرائه عن الإنسان، إذ إن هناك فجوة بين الشمبانزى وبيننا، ويجب أن نضع ذلك فى الحسبان.

مايكل توماسيللو والتطور الثقافى

على النقيض من دى وال، نجد عالم الأنثروبولوجيا توماسيللو مبهورًا بالمسافة الواسعة التى تفصل القردة عن الإنسان. فهو لايشك إطلاقا فى امتلاك الإنسان بل والشمبانزى والبونوبوس لثقافة. وكلهم فى غاية الذكاء، ويمكنهم التعامل مع الفضاء

والأشياء والأدوات والأرقام والعلاقات الاجتماعية والتواصل والتعلم الاجتماعي. وبالنسبة لتوماسيللو، لا يأتي الشمبانزى فى مرتبة أقل من الإنسان فى حل المشاكل العملية. والفارق الكبير هو فى الطريقة التى تدور حولها الثقافات، فالثقافة الإنسانية لها خصوصية، من حيث التراكم عبر الزمن. ومن وجهة النظر الثقافية، تقف الجماعات الإنسانية دائمًا على أكتاف العمالقة لإعادة صياغة الملحوظة الشهيرة لإسحق نيوتن، وهم ينقلون مع قليل من الدقة خبرتهم ومعلوماتهم بين بعضهم بعضًا وإلى الأجيال التى تليهم، والتى تستطيع بدورها أن تبنى على ما سبق، إنها هذه الملكية التى تشكل تطور ثقافتنا.

وفى هذا السياق قد يكون من السليم إعادة مناقشتى السابقة بأنه على الرغم من فائدتها فإن هذه الاستعارة حول التطور (شكل ١-١) بها قيود محددة خطيرة. فالتطور هو أداة ميكانيكية فى حين أن التطور الإنسانى معقد. وهو لا يتحرك فى اتجاه علوى، ولكن يبعد عن الأصل بطرق غير متوقعة. وهكذا فور الفصل، قد تتباعد الثقافتان إلى الحد الذى يصعب معه إعادة توحيدهما مرة أخرى. ولكن إذا تقبلنا هذا القصور، فإن التطور المماثل يرمز إلى الفوارق بين الثقافات الخاصة بالإنسان والحيوان بالنسبة إلى القردة. وعمليات التطور تنمو بوهن شديد إلى الحد الذى يدفع بالثقافة للتراجع إلى مكانها السابق، فى حين أن البشرية مرت بتطور رائع لم يقاطعه شىء لمدة مئات الألوف بل ملايين السنين.

ومم نتوقع أن يتكون منه هذا التطور البشرى؟

يعتقد توماسيللو بأنه لا يمكن أن يكون ترتيبًا معقدًا لأن النشوء يستغرق مدة لا تتجاوز عدة ملايين من السنين، لتضعها فى مكانها، وتظهر دراسة الصناعات الإنشائية التحسن المفاجئ فى استخدام الأدوات منذ مليونى عام مضت، وطبقًا لأحدث التقديرات فإن استخدام النار فى الأغراض المدنية قد حدث منذ ١.٨ إلى ربع

مليون عام. ويرجع أصل الأنواع الخاصة بنا إلى ٢٠٠.٠٠٠ عام وصاحبها تطور كبير فى الأدوات والبراعة الفنية. ومن المحتمل أنه فى ذلك الوقت فقط، أصبح التطور تطورًا كاملاً. والحقيقة القائلة بوجود القليل جدًا من الفروق بين الدنا *DNA* لكل من الإنسان والشمبانزى تشير إلى نفس الاتجاه ولهذا بحث توماسيللو عن تغيير بسيط يمكنه تفسير أصل تراكم ثقافتنا.

ولاقتفاء أثر التطور اعتمد توماسيللو على البحث المقارن الخاص بتطور صغار أطفال الإنسان والشمبانزى، وأظهر هذا العمل أن التطور فى النوعين يكون متوازيا حتى الشهر التاسع. وفى ذلك الوقت، يكون الطفل قد تعلم القليل من المهارات من خلال التقليد البسيط، ولكن بعد ذلك تظهر خاصية جديدة للأطفال البشر، وتغيب عن الشمبانزى، وفجأة يمكنهم التعرف وإدراك والديهم أو من يرعاهم وهم يفهمون أن هؤلاء مثلهم تمامًا، يعملون بهدف ويمكنهم عمل تمثيل عقلى لهذه الأهداف، وكأنها ملك لهم، وتلقائيًا يطورون القدرة على فهم تجانسهم من الداخل ولوضع أنفسهم فى الموقف، والتغير لايكون كبيرًا، ولكنه يكون كافيًا للسماح بتبادل كافٍ للمعلومات بين الطفل النامى ونظرائه، وينتهى توماسيللو لأن هذه القدرة على التحديد تشكل التطور، وهو السر وراء تراكمنا الثقافى.

وإذا ما ظهرت هذه الخاصية فى القردة، فإنها تكون بمحض الصدفة ونادرة القدرة على الاحتفاظ الدائم للبصيرة الجديدة المكتسبة ونقلها إلى الأجيال التالية. فالقردة مجبرة على إعادة اختراع الآلة مرات ومرات أخرى. وما اكتشفه توماسيللو هو استكمال محبب لبحث الجيولوجيين مثل فرانز دى وال، ولكنه لا يعطينا سوى البداية للإجابة عن مشكلة الأصول البشرية. وهو يبين كيفية أن هذا التكيف الارتقائى البسيط فى العقل، يسمح لمجموعاتنا أكثر من أى مجموعة من أى نوع بالمرور عبر تطور ثقافى تراكمى رائع. ومالم يضعه فى الحسبان هو الآلية الكائنة التى تحدد العملية

الثقافية، فلماذا نعتمد كثيرًا على الأشياء التى يصنعها الإنسان؟ هل هو الفكر النظرى التجريبى والتواصل الرمزى؟ ولماذا طورنا عقولاً إلى هذا الحد الكبير الذى يسمح باستيعاب ٢٠٪ من متطلبات الطاقة فى الكبار وحوالى ٧٠٪ منها فى الأطفال؟ وكيف تنشأ حاليا المجتمعات المركبة الواسعة؟ نحن نشعر بحدسنا؟ إن هذه الأسئلة تتصل بقوة ببعضها بعضًا ولايمكن الإجابة عنها بمعزل عن بعضها. وهذا يجعل مشكلة أصل الإنسان محيرة بشكل معقد حيث إن معظم علمائنا اليوم يتوارون خجلاً بعيدًا عنها.

ليس فى الماضى، فبمحض الصدفة، مر علىّ أحد مؤلفات العلماء البارزين الذين غزت أعمالهم النصف الأول من القرن العشرين، ففى هذا الوقت كان تحريم القصص العظيمة العلمية والنظريات الموحدة أخف وطأة كثيرًا، عما هو الحال فى أيامنا الحالية وكان للفرد الحرية للدخول فى التفكير الذكى للأصل البشرى.

ففى أيامه كان مواطنه أنطون بانكوك (١٨٧٣ - ١٩٦٠) عالم فلك مشهور وفوق ذلك، كان مشهورًا بإنجازه فى مجال الشيوعية المحلية الخاصة به، وهى الاسم الفقهى للماركسية. وفى الفلك كان الذكاء والمنطق الحازم والملاحظة غير المهتمة بتيار مستمر وثابت، لبصيرة ورؤية جديدة لحركة الأرض، فهل يسمح الفهم العلمى العميق بإطلاق العنان للقوى الاقتصادية الاجتماعية المكبوحة كى يتم التحكم بها وتوظيفها حتى يمكن أن تعمل لصالح البشرية؟ للإجابة عن هذا السؤال، بحث بانكوك عن مجال تتشابك فيه العلوم الاجتماعية والطبيعية معًا، وأخيرًا استقر على أصل الإنسان كموضوع مفضل له. وكانت أفكاره حول هذا الموضوع مناسبة لنقطة نقاشنا. وكان أول إصدار له فى هذا الموضوع عام ١٩٠٩. وبعد الحرب العالمية الثانية مباشرة أصدر نسخة منقحة. وهذا العمل تقريبًا ذهب إلى عالم النسيان، ولذا فمن الأعمال التى أقوم بها إعادة تقديم رؤية بانكوك.

نظرية بانكوك حول خلق البشرية

للأسف لم يعش بانكوك طويلاً ليقُاسم توماسيللو اكتشافه، بأن القدرة المحسنة للبشر والخاصة بالتماثل مع الآخرين ورؤية العالم بأعينهم، كانت عاملاً حاسمًا يفرق بين أسلافنا الأولين والإنسان الأول. وقد سلم بهذه الهبة التى وهبت له ونظر لها على أنها تراث الأجداد. وكانت رغبته هى اكتشاف آلية التطور الثقافى التى دفعت الإنسانية للأمام بعيدًا عن أصل الحيوان. ولذلك ركز على ثلاث سمات مختلفة للبشر- وهى إنتاج الأدوات و الفكر التجريدى والكلام.

وعندما كتب بانكوك دراساته فى النصف الأول من القرن العشرين، كان معروفا أن مبادئ هذه الخصائص تطرأ على الكبار الآخرين. وكان ذلك لا يمثل أى مشكلة لبانكوك، فقد أثبت فقط كيف أننا متقاربون مع هذه الحيوانات. وبالنسبه له، فالفرق يتمثل فى تفاوت الدرجة التى تعتمد فيها الجماعات البشرية والحيوانية على ملكاتهم العقلية، وأيضًا لايمكن لثلاث سمات أن تتطور من نفسها، فهم متفاعلون وفى حاجة دائمة لبعضهم بعضًا، وفى الماضى عندما يتخلف أحدهما عن التطور يتوقف الآخران. وهكذا، فإن استخدام أدوات خاصة تم إنتاجها فى المجتمعات البشرية بشكل الفكر والكلام التجريدى نوع من الثالوث، وهو نظام مزدوج.

وما هو الشيء الخاص جدا فى إنتاج الأدوات وصناعتها؟ حاول أن تتصور حيوانًا دون أى أهلية لاستخدام أى من قدرات الأسد، على سبيل المثال أو الأرنب. فدون شك إن سلوكهما تحدده السيكولوجية الخاصة بهما والتنظيم الخاص بأجسادهما، فالأسد يثق فى مخالبه وأسنانه فى صيد الفريسة ويشم الغزال وينقض عليه بأرجله. أما الأرنب فيستخدم أذنيه الطويلتين فى استشعار اقتراب أى عدو منه، وأرجله مثل الزنبرك وتؤدى به لبر الأمان. والنقطة التى أريد الوصول لها هى أن الحيوانات المنتقاة

طبيعيًا تتنافس مع أعضائها وأن هذه مكونات من أجزاء جسمها، وأفضل الأعضاء هى التى تحيا وتختفى الأخرى مع الأنواع والأفراد الذين ينتمون لها.

ويختلف ذلك نهائيًا مع البشر، فعندها يدافع الإنسان عن نفسه أو يهجم على عدوه يستخدم أداة فى يده، سكينًا أو رمحًا. وطوال استمرار الحدث تتحد الآلة مع اليد وتصبح قادرة على تحقيق الهدف، ومن وجهة النظر الوظيفية يمكن عقد مقارنة بين هذا التركيب مع أعضاء الحيوان، والفارق يتمثل فى أنه عند الانتهاء من العملية، يضع الإنسان الآلة جانبا، ويعمل شيئًا آخر، فى حين أن الحيوان يظل على حاله وأعضائه، فالأداة التى يستخدمها الإنسان ليست جزءًا منه ويمكن أن تتغير ببديل آخر دون أى ضرر له، والبشر حيوانات ذات أعضاء متبادلة.

والنتائج المترتبة على هذا المبدأ الجديد لها صفة محورية، فالأدوات لا تعطى مزيدًا من الحرية فقط لصاحبها، ولكنها تطوره بسهولة، واستبدالها يدل على اختلافها على مدار الزمن، وقدرتها على التكيف على وظائف متعددة، وهذا يزودنا نحن البشر بإمكانية التكيف على العديد من البيئات والانتشار حول العالم، وحاليًا فى الفضاء الخارجى أيضًا وعلى النقيض، تبقى أنواع الحيوانات مرتبطة بمحددات وقيود بيئتها الخاصة. والسهولة التى يمكن بها التفريق بين الأدوات وتطويرها، خلفت نظامًا واسعًا بوسائل جديدة تسمح للبشر باستغلال بيئتهم، الخاصة والسهلة التى يمكن بها التفريق بين الأدوات وتطويرها والتى خلقت نظامًا واسعًا لوسائل جديدة تسمح للبشر باستغلال بيئتهم. وكان ذلك دائمًا هو تخصص البشر، أن يصبحوا معتمدين بشكل كبير على ترسانة واسعة من الموارد الصناعية. وقد وضع هذا الاكتشاف نوعًا من التطور التراكمى الذى لايمكن الرجوع عنه، بدأ بطيئًا، ثم انطلق سريعًا، فأسرع، والسبب وراءه ضرورة قياس عملية الارتقاء لداروين عبر ملايين السنين. إن المعلومات التى تُحدد خواص الأعضاء توجد فى الدنا *DNA*، ولذلك غالبًا ما تستغرق

عدة أجيال لتدرك التغيرات والتكيفات وعلى العكس لتطوير أداة كل ما نحتاج له هو فكرة جيدة. وهذا ينطوى على أن انطلاق عملية استخدام الأدوات بشكل منظم، كان انفجارًا بالمقارنة. وعلى الفور رحلت القوة الدافعة للنشوء البيولوجى من الآن فصاعدًا، وانتقل التركيز على الانتقاء الطبيعى من الجسم إلى الأدوات والصناعات البشرية، ومع ذلك وعلى الرغم من الحياة الصعبة لأسلافنا الأوائل فلا يوجد أدنى شك بأنهم قد هربوا من المحن الناجمة عن النشوء البيولوجي. وبدأت البيئة الطبيعية المتوحشة تتداخل تدريجيًا فى المنظومة البشرية وتحولت إلى حقل ثقافى.

الفكر

حتى فى أيام بانكوك ساد الفهم بأن التفكير هو أحد الملامح المنتشرة فى عالم الحيوان. وكلما واجه الحيوان خطرًا أو ورطة وأصبح اتخاد القرار تحديا، اضطر إلى إجراء عرض عقلى للنتائج المحتملة لردود الفعل، وذلك قبل الإقدام على اختيار أفضل فعل مناسب، ولكن عادةً يكون استخدام التخطيط والتنبؤ محدودًا. ويوصف سلوك الحيوان بدرجة كبيرة بعملية تنظيم الجسم، ولذلك تظهر معظم الأنشطة بشكل أوتوماتيكى كرد فعل للمعلومة الواردة. ولنأخذ الأسود والأرانب التى تبدأ فى التفكير عند إدراك فرائسها أو أعدائها. وعندما ترى صيد السلمون فى المياه أو النورس وهو يناور بخفة ضد العاصفة فإنك تفهم أنه فى هذه الحيوانات يكون المحفز القادم، والإدراك العقلى المترتب على ذلك ورد الفعل الذى يليه هو الذى يُشكل سلسلة مستمرة لأن مستوى ردود الأفعال المحتملة يكون محدودًا فى معظم الحيوانات.

وبالنسبة للبشر، هذه السلاسل مكسورة، وردود الفعل تأتى متأخرة. فهناك انفصال بين الملاحظة والعمل. فالملاحظة تحدث ولكن تظل غير مستخدمة، وتضاف إلى المخزون الموجود. وتبدو أنشطة الإنسان كمخلوقات مستقلة تنشأ بتلقائية من

المختزنة، وتستدعى الدفعة الفورية سلسلة من الإدراك العقلى، وتتشكل السلسلة، ولكن عند نهايتها الحرة، حيث تتكسر هناك، وينعكس الفكر ويصوب العقل على امتداد السلسلة المكسورة، ويصبح الإدراك العقلى مادة للملاحظة، وتتشكل الروابط مع سلاسل أخرى، حتى تنشأ شبكات ضخمة من الروابط، وهكذا عكس ما يحدث فى الحيوان، فإن العقل البشرى مجبر على عمل منحنيات، والعديد من هذه المنحنيات يكون ممكنًا. وتمامًا كما هو الحال بالحيوان، فإن العقل يمثل نتائج كل الأعمال الممكنة، ويقارن بينها، والعمل يتم تأخيره حتى تتم عملية الاختيار. ولكن العدد الممكن من الأعمال يكون لا محدودًا فهو يتسبب فى تأجيل الأنشطة حتى يمكن مدها، ولهذا يمكن أن تظهر استقلالية الفكر بدرجة عالية. ومن الحكمة افتراض أن التوسع فى استخدام الأدوات يكون هو السبب وراء تكسر سلسلة الإدراك العقلى بدرجة متزايدة، فى حين أن الحيوان لا يقوم بأى عمل إلا بعد دفعة شعورية خاصة، فالإنسان يكون مجبرًا على عمل منحنيات طويلة فى عقله، وقبل أن يضع خططه يقوم بالبحث أو يخترع، وينتج الأداة المناسبة. وهذا الاقتراح وإنتاج الأدوات يتسبب فى الفصل بين الدفع البدائى والعمل اللاحق المترتب عليه. وكذلك إضافة سلاسل جديدة وروابط إلى الشبكات الموجودة بالعقل وإلى الأدوات، وبعضها يتم تقويته من خلال نجاحه، وأخرى اندثرت وأشارت لاستقلالية دائمة للفكر. إن بعض الأنشطة العقلية قد انفصلت تمامًا عن استخدام الأدوات، وبدأ الناس يدخلون فى تأملات تجريدية وألعاب وتعقيدات من العلاقات الاجتماعية، وأصبحوا أكثر وعيا بأنفسهم وبالعالم من حولهم. وفى رأى بانكوك أن التوسع فى القدرات الفكرية هو الذى دفع العقل ليتسع خلال المراحل الأولية للتطور والنشوء الثقافى. وفور تسكين المخ لكل الأنشطة العقلية التى يحتاجها الإنسان، يصل إلى حالة السكون. وهذه هى المرحلة التى سمح فيها النشوء البيولوجى للنشوء الثقافى وأعطاه الفرصة.

الاعتماد المنظم على الأدوات يسبب انفصال السلاسل الإدراكية عن الدافع الشعورى، الذى جاء بها أصلاً، وأصبحت السلاسل المفصولة الآن كيانات عقلية منعزلة معدة للتقدم. ولكن كيف تمكن أجدادنا من معالجة هذه الانعزالات العقلية غير الواضحة. إنهم يحتاجون على الأقل إلى مادة وهوية، حتى يتمكن العقل من ملاحظتها. وكان ذلك ما يفعله الإنسان طوال الوقت، فبعيدًا عن التجمع الغامض من العروض الداخلية، يقوم العقل بعزل الجوهر ويعطيه اسمًا. ويشير الاسم إلى مفهوم والمفاهيم تكون تجريدية، وهم يشيرون إلى التشابه فيما بين عدد من العروض المنفصلة. وقد أعطت هذه الأسماء هويات لهذه المفاهيم، حتى يتمكن العقل من التعامل معها، ومن الآن، فإن المحفز الخارجى لم يعد مطالبًا باستدعاء انطباع من الماضى، ويكتفى بذكر الاسم المناسب. وأخيرًا أصبح العقل الإنسانى قادرًا على التعامل مع المفاهيم التى لا تشير لأى واقع ملموس. فكلمات مثل الحقيقة، والفضيلة والطاقة، تستطيع أن تثير عروضًا واضحة فى العقل وتستدعيها، ونحن نعرف ما نعنيه، على الرغم أن هذه المفاهيم توجد فقط كأسماء. وانظر إلى ما يحدث عندما تقرأ هذا الكتاب، فتفكيرك يكون أكثر قليلاً من مجرد اللعب التجريدى والكلمات والرموز. فالأسماء والكلمات مجموعة فى جمل حيث تشكل أجزاء متبادلة، أنت تقرأ وتفكر وترسم نتائجك، ولكن قد يستغرق ذلك وقتًا قبل تطبيق النتائج العملية لجهودكم. وبعض المنحنيات الخاصة بنا قد تستمر مدى الحياة. وعندما ظهر الكلام تحول الكلام العاطفى لجدودنا تدريجيًا إلى تواصل رسمى مثيرًا لحركات لغوية مشابهة، لذا فالخبرات والمعلومات المتفتحة تنتشر بسرعة من خلال أرواح الكثيرين. والكلام ليس فقط الحامل للأفكار، ولكنه أيضًا آلة للتواصل الإنسانى. وقد لخص بانكوك أن الإنسانية لم تكن لتظهر فى غياب حياة الجماعة التى تم توارثها من الأجداد

الأوائل. لذا استطاعت أول الجماعات البشرية البناء على ذلك، من التقاليد الغنية للسلوك الجماعى والتضامن المشترك الذى كان يتطور فى أسلافهم من الحيوانات. وكان شىء صارخ أن يكون هناك تطابق فى نقاشه مع أحدث الأبحاث التى قام بها دى وال وتوماسيللو وأقرانهم. أما دى وال فجعلنا على دراية بالنشوء الثقافى الأول بين الشمبانزى والبونوبوس، فى حين أن توماسيللو ذكر أن الفرق الكبير فينا نحن البشر إنما يكمُن أساسًا فى مواهبنا المتقدمة فى التواصل. وتأكيد بانكوك على أن الكلام والتواصل هو وسيلة النشوء والتطور الثقافى، فيه إشارات ومعانٍ يمكن مراعاتها بسهولة، وقد كان على دراية كاملة باعتماد الفرد الكلى على الجماعة التى ينتمى إليها، وأدرك أيضًا أن النشوء الثقافى يتقدم مبدئيًا عند المستوى الاجتماعى للتنظيم. وقد يأتى الأفراد باكتشافات واعدة وبعض الأفكار العميقة. ولكن إذا لم تتبنَّ جماعاتهم هذه الاكتشافات تضيع هذه الجهود ولا تترك أية بصمات على التطور الثقافى، ثم يأتى اكتشاف توماسيللو ليؤكد حدس بانكوك.

قاطرة الثقافة والترددات الأيديولوجية

قال بانكوك بأن الثلاث صفات التى يعتبرها بشرية بصفة أساسية- استخدام الأدوات، التفكير التجريدى والكلام - هى مترابطة بشكل معقد. ففى غياب إحداها لم يكن ليظهر عنصر البشر ويرتقى. فهم يدعمون أنفسهم ويحافظون على بعضهم بعضًا، وقد عملوا معًا كقاطرة تكتسب القوة عبر الزمن وحرروا الإنسانية من قيود حياة الحيوان.

وقد ذكرت أن بانكوك فى عصره، لعب دورًا مهمًا فى الحركة الماركسية. وكان الهدف من أبحاثه أن يظهر أن الماركسية وداروين شىء واحد. لذلك بحث عن نظرية تجمع نشوء الحياة والثقافة معًا. وكانت عقيدته الحاسمة أنه فى الإنسانية قد تم تغيير

مسرح الانتقاء الطبيعى من النظام البيولوجى، إلى الأدوات المتغيرة والمتبادلة -التفكير والكلام. وفى الخلفية تتحرك لتراقب كيف أن هذه الفكرة المضيئة قد أجبرته على التخلى عن العقيدة المادية التى أخذها من ماركس. وهذا التيار الفلسفى يؤكد أن كل تطور يقوم على أساس مادى، ويمكننا الاعتقاد كما نحب، ولكن إذا لم تسمح البنية التكنولوجية والاقتصادية بتحقيق خططنا، فلن يتحقق أى شىء، وهكذا. وبالنسبة لماركس فالتطور فى وسائل الإنتاج- الأدوات- هو القوى الدافعة للتطورات المجتمعية، فى حين أن البنية الخارقة الأيديولوجية - التفكير والتواصل- تعد ثانوية ولا يمكنها التوجيه، ولكن تتكيف فقط مع حالة التكنولوجيا. وعلى الرغم من هذه العقيدة المادية، فإن هناك فقرة واحدة، عرض لها بانكوك فى كتابه عام ١٩٤٥، حيث تصبح الصفات الإنسانية الثلاث متساوية، ولذلك فقدت الأدوات أهميتها بوصفها سببًا نهائيًا للعملية كلها. وأحيانًا يحدد تطور الأدوات مضمون أفكارنا، ولكن فى أوقاتٍ أخرى يصبح تفاعل المبادئ والمفاهيم والأفكار هو الدافع القوى خلف التكنولوجيا. وبهذا النقاش يصل بانكوك فورًا إلى قلب النظرية المعقدة، والرؤية العالمية السامية، واحدة تلو الأخرى. وهذا يذكرنا بتوماسيللو الذى اكتشف أن التغيرات فى المهارات التواصلية هى العامل الحاسم فى أصل الأنثروبولوجيا. ولسوء الحظ عاد بانكوك إلى موقعه الماركسى المألوف عندما وضع استخدام الأدوات كعامل يدفع العاملين الآخرين. وفى جوانب أخرى يظل بانكوك ابن عصره. فقد اعتقد أن محرك الإنسانية سيؤدى فى النهاية إلى سيطرة الإنسان المطلقة على الأرض. ونحن نعود بذلك إلى الرؤية الحديثة لهذا الكوكب كعالم، والتى سادت مثل الرؤية العالمية السامية. وهذه الصورة الحالية المتقادمة كانت تتفق مع ماركس الذى تنبأ بأن الإنسان قد قدر له إقامة علاقات داخلية متناغمة مع الطبيعة، وذلك من خلال إلغاء كل المتضادات الطبقية. ويجب أن نلاحظ أن التاريخ واليوتوبيا لماركس كانا غائبين، فقد رأى أن الاعتقاد بأن المجتمع دون طبقات يعد كقانون حديدى، ويعد هدفًا يجب

تحويله ماديًا مستقبلاً، ولن يمكن تحاشى ذلك. وبهذه العزيمة وضع ماركس وبانكوك نفسيهما خارج إطار العلوم التى ترفض كل علمٍ غائب، وتقر فقط الشخصية غير المتنبأ بها للواقع. وهذه الترددات الأسطورية الناشئة عن نظرية بانكوك تظهر أن النسخة الأصلية من الماركسية قد تمت مصادرتها، وأنه لا يوجد لها مكان فى الرؤية العالمية السامية. ويجب أن نصحح هذه الترددات الأسطورية، قبل تبنى نموذج بانكوك كأساس لفهم أصل الإنسان. والمكونات الثلاثة التى تشكل محرك وقاطرة الحضارة هى متساوية فى المبدأ، فالإنسان لن يتمكن أبدًا من الهيمنة على الكوكب والمستقبل مفتوح.

وبالنسبة لنا فإن أهم مزايا نظرية بانكوك لأصل الأنثروبولوجيا أنها بعد هذه التصحيحات المهمة، قد أكملت اكتشافات دى وال وتوماسيللو بشكل جميل أثناء التأكيد على جوانب النشوء الثقافى الذى غالبًا ما ينظر إليه فى هذا السياق، ويعد الاعتماد على استخدام الأدوات والفكر والتوصل إليه، مسألة أساسية تحدد تطور الحضارة ودمج أجزاء أكبر وأكبر من البيئة الطبيعية داخل المنظومة الإنسانية، وهذه مكونات لاغنى عنها لفهمنا، إلا أن هناك زاوية من الصورة الكلية مازالت مفقودة، فالتطور الثقافى لايشمل فقط تتابع التغيرات المتفاعلة لاستخدام الأدوات والفكر والتواصل، بل يشمل أيضًا التغيرات الممتدة فى بناء المجتمع. وإعادة هذا الترتيب المجتمعى كان أكثر من مجرد تكيف مع ظروف جديدة، فرضتها العوامل الثلاثة الأخرى. وقد أسفر ذلك عن نتائج على هذه الثلاثية والتأثير على حياة ذوى الصلة. وعلى الرغم من أن بانكوك تمكن فقط من ذكر هذه المشاكل فى سياق كلامه، عندما ركز على أصل الأنثروبولوجيا، فإن هذا الأمر كان مركزيًا بالنسبة له مثل الماركسية. ونظرًا لسلبيات المنهج الماركسى، فإننى أفضل أن أستعين بعالم الاجتماع نوربرت إلياس الذى كانت له رؤية متقدمة عن التعقيد.

نظرية الحضارة لنوربرت إلياس

كتبت فى افتتاحية هذا الفصل أن العلم لاقى صعوبة فى تناول مشاكل مثل أصل الإنسانية وتطورها. ومن الصعوبة تجنب الاختلاط غير المرتب مع الأساطير، مع هذا التورط الذى وصل إلى مستويات متطرفة. وقد رأينا النتائج الكارثية فى القرن العشرين. وقد اعتقد عالم الاجتماع نوربرت إلياس (١٨٩٧-١٩٩٠) أن هذه الصدمة سببت تركيز علماء الاجتماع على المشاكل الصغيرة جدًا، والبعد خجلاً عن روائع القصص.

وعلى الرغم من أن والديه قد ماتا فى الحرب العالمية الثانية (أمه ماتت فى معسكر الاعتقال: وشفيتز)، وهرب هو من الاضطهاد النازى، فإنه ظل مقتنعًا بأن هناك قصة عظيمة للإنسانية وأن واجب العلم أن يضعها فى المقدمة. وكانت المشكلة هى كيفية توضيح العلم المتاح، وكيفية تخطى هذا التورط الشديد. ومثل أنطوان بانكوك فقد حلم بصعود علم الاجتماع إلى مستوى العلوم الطبيعية. فى حين ينفى السؤال: ما هو المبدأ الساحر الذى يمكن تفسير التاريخ العظيم للإنسانية والتنوع الذى يغلف كل مظاهره؟

ولحل هذه المشكلة، وجد إلياس ضالته فى طريقة تطبق غالبًا فى العلوم الطبيعية، على الرغم أنه قد توصل لذلك بمحض الصدفة. فالكيميائيون البيولوجيون الأوائل (البيوكيميائيون) على سبيل المثال، واجهتهم ظواهر متنوعة وكانت لديهم الرغبة فى الدراسة التفصيلية لكل الكائنات الحية على المستوى الجزيئى، بدءًا من البكتيريا إلى الإنسان، ومن الحيتان إلى شجر الصنوبر. وبالطبع لن يمكنهم حل الكيمياء الحيوية لملايين الأنواع المختلفة، إلا أنهم وجدوا مخرجًا، فقد اختاروا كائنًا حيا واحدًا سهل العمل عليه بالتجارب، وافترضوا أن الباقى كله سيكون متشابهًا إلى

حد ما، وكان شعارهم أن الطبيعة تكرر نفسها. وهكذا أصبحت بكتيريا *Escherichia coli* الموجودة فى أمعائنا هى نموذج يتم من خلاله دراسة الكيمياء الحيوية للحياة كلها، فنحن الآن نعرف أن معظم المبادئ التى تحدد العملية الجزيئية لـ *E-coli* تسود على كل الحياة بغضّ النظر عن بعض الفروق المهمة. وهكذا أصبحت الـ *E-coli* مفتاحًا لفهم المدعمات الجزيئية الخاصة بنا. فماذا سيصبح الـ *E-coli* الخاص بالإنسان؟

بحث إلياس عن أى جزء من التاريخ يمكن دراسته فى معزل نسبى ويكون فى الزمن الماضى البعيد، والمعزول نسبيًا والموثق جيدًا، واختار موضوعًا صغيرًا منسقًا، وهو تحول الإتيكيت فى مرحلة ما بعد العصور الوسطى فى بلاط غرب أوروبا. وكان التوثيق له رائعًا فكان متوافرًا لديه كتاب للسلوكيات لحوالى ١٣٥٠ للأمام، وقد اكتشف بأن التغيرات الطارئة على الإتيكيت خلال هذه الفترة كانت مثيرة للغاية. واكتشف أنه فى الأيام الأولى من هذه الفترة، كان الناس حتى المعقّدين منهم لا يعارضون كثيرًا التبول فى جانب الغرفة، وينظفون أنوفهم فى شراشف المناضد أثناء العشاء. والأكل بأيديهم من صحن عادى. وفى كتب السلوكيات كان يتم نصحهم بألا يعيدوا أى قطعة من الطعام من فمهم إلى الصحن إذا كانوا يتذوقونه. وبصفة عامة فالعلاقات بين الناس كانت جافة وأكثر قسوة من الآن وتختلف ما بين الدفء والعنف المتطرف، وشيئًا فشيئا تقلصت الانفعالات، وأصبحت العلاقات أكثر رسمية وظهرت آداب المائدة.

وكيف يمكن شرح هذه التغيرات؟

أشار إلياس إلى ارتباطهم بالتعديلات العميقة للسلطة بالمجتمع، ففى بدايات العصور الوسطى كانت الصفوة من بين قادة الحرب المنعزلين فى داخل أراضيهم،

يفعلون ما يشاؤون دون أن يكبحوا اندفاعاتهم. ولكن مع تزايد التنافس فيما بينهم، أصبحوا متشابكين فى علاقات متسلسلة وشبكات معقدة من الروابط الاجتماعية. وكان أكثر الحكام قوة هم الذين يحصلون على احتكار العنف، فى حين خضعت المجموعات الدنيا للوجود فى بيئات أكثر تعقيدًا، وفى هذه البيئات الجديدة حلت المكائد مكان العنف الفورى، وكان لابد من إجادة فنون الإتيكيت من أجل النجاح. وهكذا ظهرت فروض من الخارج فى أول الأمر، ولكن أصبحت بعد ذلك فروضًا داخلية كنوع من كبح النفس، وظهرت بوادر نفسية من الإحساس بالخجل والتناقض، وهو ما قمع الاندفاعات الأصلية والمباشرة. وقدم إلياس مسمى "الحضارة" لكل مجموعة من هذه التعديلات والتحويلات. وقد سمح نظامه النموذجى بدراسة كيفية تعبير الحضارة عن نفسها على مستوى الإنسان والمجتمع كله، وإظهار كيفية ارتباط هذين المستويين للتنظيم.

وقد عرض أيضًا بالتفصيل كيفية انتشار نماذج جديدة من التحكُّم بالنفس من البيئة، حيث استمدوا أصولهم إلى المجتمع كله. وقد أظهر فى تحليله للتغيرات الطارئة على عادات الطعام خلال انتشارها فى المجتمع الغربى على مدار عقود، وفى أول الأمر ورمزًا لقمع العنف، تحوّلت السكين من سلاح إلى أداة لتقطيع الطعام وبعد ذلك أصبحت توضع الملعقة ثم الشوكة بين الطعام والوجبات.

واستطاع إلياس أن يصل لنهاية أخرى رئيسية من دراسة هذا النظام النموذجى الخاص به. فقد أظهر عظمة الحضارة للحد الذى صعب معه على الفرد التأثير فيها. فقد جاءت وكان الناس حينها غير مدركين للتحولات الضخمة التى انغمسوا فيها.

إلياس وبانكوك

يأتى الارتباط مع نظرية بانكوك لأصول الأنثروبولوجيا من العقل، وقد استطاع هذان الكاتبان اكتشاف المبدأ الأساسى نفسه للتطور الاجتماعى، وبالنسبة

لكلتا النظريتين، فإن الأدوات تأتى فى الوسط بين الاندفاع الفورى والعمل الذى يلى ذلك، فإذا أجبرت الأدوات هذا العمل على الانحراف، ينحرف العقل كذلك، ويتم قمع الاندفاع الفورى، فى حين يتم انتهاك سلسلة الإدراك الموجودة بالعقل، ويتم إحلالها بأخرى تسمح بالتعامل مع الأدوات بشكل مناسب، والعملية كاملة تعتمد على الظهور المستمر لمجموعات جديدة من المفاهيم وشبكات التواصل.

ولكن كانت هناك أيضًا فوارق مهمة. ورأينا ذلك فى ماركسية بانكوك التى كانت المرجع الرئيسى، إن مادية هذا التيار أجبرته على النظر فى استخدام الأدوات (تطور وسائل الإنتاج) كسبب نهائى للأصول الأنثروبولوجية، مقللاً بذلك من شأن التفكير والتواصل. وبالنسبة لإلياس لم يكن هناك هذا الترتيب فى المكانة، حيث اعتبر أن تنظيم العلاقات الاجتماعية متساوٍ فى الصلة.

والمهم فى هذه الحالة، كان بالطبع تحول المحاربين إلى أعضاء فى البلاط، وذلك فى النظام النموذجى. ولم تكن هذه الأنشطة أقل أهمية من استخدام الأدوات أو الإنتاج فى إجبار العقل على الانحناءات، ومع بعض المبالغة فقد نرى أن الإنسان عند بانكوك هو إنسان آلى منتج دون دم، فى حين أن إلياس رسم صورة أكثر حيوية وواقعية. ولأن الحضارة تشمل السلسلة الكاملة للنشاط الإنسانى، فهى النموذج المفضل، وعلى الجانب الآخر فإن إصدار بانكوك الأول حول هذا الموضوع جاء عام ١٩٠٩، وذلك قبل إصدار إلياس لكتابه حول "العملية الحضارية: عام ١٩٣٩، وكان هو من قام بالربط بينها وبين البيولوجيا.

الصورة الكبيرة

بعد استكمال دراسة نظامه النموذجى، استمر إلياس فى البحث فى ظواهر اجتماعية أخرى، وذلك للتحقق من أن نظريته للحضارة قابلة للتطبيق، وكان التنوع

فى موضوعاته فى الآداب والديمقراطية والرياضيات والعلوم يعد رائعًا. ويجب أن أذكر أن دراسته فى "التضمين والانفصال" التى ذكرها فى الفصل الثانى حول الرؤى العالمية وفى نهاية حياته فى الثمانينيات، عملت على مداومة دراسية على المدى الزمنى لعمله تم بشكل معتبر. وفوق كل ذلك فقد طرحت نتائج هذه الدراسات وبقوة المبادئ الأساسية لهذه النظرية التى أصبحت عالمية وتنطبق على التطور البشرى بأكمله منذ الخليقة حتى يومنا هذا. ومع الأبحاث البيولوجية لعلماء مثل دى وال قد يمكننا ضم الحضارات الناشئة للحيوانات خاصة القردة، لأن هناك أيضًا قوانين ثقافية تكبح الاندفاع الغريزى وتجبر الأداء والعقل والتواصل على اتباع المنحنى المناسب. ومن وجهة نظر أساتذة علم نظام الأرض يمكن اعتبار الحياة نفسها شبكة معقدة ومركبة من المنحنيات، وتطوير ذاتى لتنظيم التدفقات الجيوكيميائية التى ظهرت على الأرض الأولية والتكاثر الذى حدث فيها حتى يومنا هذا.

وإذا كانت نظرية إلياس حول الحضارة قابلة للتطبيق العام، فيمكنها أن تساعد فى تحسين فهمنا للتطور الإنسانى ككل. وقد يبدو ذلك اقتراحًا متعارضًا مع أغلبية مؤرخى اليوم، فهم يميلون للاعتقاد بأن مسار التاريخ يكون بالصدفة والتقلُّب، ويبتعدون عن فكرة النظريات الشاملة. ولكن علينا ألا ننسى أن اهتمامهم كان على المدى القصير، والنظرة الطويلة قد تعطى صورة مختلفة تمامًا، ويذكرنا هذا الموقف بتاريخ الأرض الذى يبدو أيضًا كارثيًا فى تفاصيله فى أثناء إظهاره للتطور العالمى الناشئ كصفة رائدة على المستوى البعيد. فهل المسح الشامل للتطور الإنسانى يظهر سمات مماثلة للنشوء؟

والحقيقة فى حد ذاتها أن أجدادنا كانوا يشبهون القردة من الحيوانات، وهذا مؤشر يفسر أن هناك أيضًا تطورًا تراكميًا للحضارة، برغم الأنماط الكارثية للتقدم والتراجع التى تعتم الرؤية التفصيلية وتلغى إعادة بناء مسار الأحداث الحقيقية خلال

ملايين قليلة من السنوات. وإلقاء الضوء على سمات إضافية، يظهر أن التطور لم يعمل بشكل تدريجي، ولكن هذه التطورات تم تأكيدها وإعادة بناء قصة الحضارة مثل قراءة كتاب يضم فصولاً متعاقبة.

وعلى الرغم من أن هذا النمط قد تم إدراكه لمدة طويلة، فإننى أود الإشارة هنا لتحليل حديث لهذه الظاهرة، قام به جوب جودزبلوم عالم الاجتماع بجامعة أمستردام. وما يجعل دراسته ذات صلة وثيقة بهذا الفصل هو تناوله لنظرية الحضارة كنقطة بداية له. وقد فرق جودزبلوم بين ثلاثة أنظمة بيئية- اجتماعية متتالية حيث تحتل السيطرة على النار والإنتاج الزراعى والحيوانى والصناعى مكانًا مركزيًا، وهذا التتابع يظهرَ بشكل كونى ويكرر نفسه فى العالم، ويمتلك كل سمات النماذج الناشئة التى تظهر فقط على المدى البعيد. وهو نظام مذهل يسمح لنا فى نظرة واحدة برؤية كل المراحل الخاصة بعملية تطور الحضارة. وبالاتفاق مع نظرية الحضارة، لم ير جودزبلوم أن هذه الأنظمة تعكس العلاقات السياسية أو أنها كما هى عند الماركسيين مجموعات منتجة فقط، ولكنها أيضًا مركبة من القواعد المنظمة والعادات والعقوبات (سلبية وإيجابية). ويحاول الناس من خلالها تنظيم العلاقات فيما بينهم وبين البيئة. وداخل النظام تتداخل كل هذه العوامل مع بعضها بعضًا، حتى تظهر ككيان مستقر كامل قادر على الحفاظ على نفسه لأطول فترة من الوقت، وقد يكون الانتقال إلى النظام الذى يليه مفاجئًا إلى حد ما. وهؤلاء الذين يجدون صعوبة فى الاعتقاد فى هذه النمذجة، عليهم ملاحظة أن الجيولوجيا وعلم نظام الأرض هما عبارة عن تتابع متشابه ومتوازن وأن التغيير موجود ليميز تاريخ هذا الكوكب ككل.

وقد خصص جودزبلوم دراسة النظام الأول لترويض النار، وقد أظهر أن هذه القدرة قد فصلت الإنسان تمامًا عن أسلافه الحيوانات. وقد نعتقد أن بوابة توماسيللو الخاصة بالتواصل، قد سبق المرور منها قبل اكتشافها. فالتكنولوجيا وحدها تطلبت قمعًا للاندفاعات السائدة. وتوجّب التغلّب على الخوف الزائد عن الحد وإنشاء نماذج

سلوكية مركبة. ونظرًا لأن المحافظة على النار اعتمدت على التعاون بين أعضاء الجماعة، فيمكننا تخيل تغيرات فى البناء الاجتماعى بسلوك الأفراد. وهذا التقدم فى عملية الحضارة قد يحدث فقط لأن التحكم وترويض النار قد فتح فرصًا جديدة ورائعة، وعلى الفور حولت ميزان القوة لصالح الإنسان حتى على حساب أكبر الحيوانات. وأصبح من الممكن الطهى، واحترقت الغابات، وأعقب ذلك هجرة متزايدة من أفريقيا إلى مساحات كبيرة من العالم. وعاش هؤلاء صيادين وجامعين للقنص، ومن أجل التوجيه العقلى كان لابد من اعتمادهم على تنوع فى الرؤى العالمية وهو ما أسميناه الاعتقاد فى الكيانات الروحية فى الفصل الثانى. وكان العصر الذى تم ترويض النار فيه وتطبيقها غيرمؤكد، وتم تقديره بالتقريب بأنه كان فى الفترة ما بين ١.٨ مليون إلى ٢٥٠.٠٠٠ عام. والمرحلة الثانية من الزراعة استكملت شكلها منذ ١٠.٠٠٠ عام. وتحت هذا النظام كانت الرؤية العالمية لمركزية الأرض صعبة ومتأرجحة. والنظام الثالث وهو الصناعة مع الحداثة، التى ظهرت فى نهاية القرن الثامن عشر، وبدأت الرؤية العالمية السامية قبل عقود قليلة ماضية. ويرى جودزبلوم علامات نظام رابع تظهر فى الأفق كرد فعل للتكهنات المتشائمة الحالية لتغيير بيئى عالمى، وستدعم الهياكل الاجتماعية تطبيق التنمية المستدامة والفكرة الخاصة بالتحول الناعم إلى نظام مستدام قادم يتم مناقشته الآن والفكر يغوى، ولكن هل هو حقيقى؟ نحن نفهم قدرًا ضئيلاً عن كيفية عمل هذا النظام، ومستوى الكبح الذاتى المطلوب لتطبيقه يتطلب من سكان العالم الكثير الذى لايقدرون عليه. وإنى أقترح أن ننظر إلى هذه المشكلة بمنأى عن علم نظام الأرض والرؤية العالمية السامية.

التطور مرة أخرى

قدّم توماسيللو مبدأ التطور للتفرقة بين ثقافات الإنسان والقردة. وقد رأينا كيف امتدت هذه الفترة بشكل مناسب لتمثيل توسع الكون ونشوء الأرض. ويبدو وكأن هذه المملكة المتعطشة للتطور التراكمى هى سمة متكررة فى العالم الحقيقى. ولذا

لدينا تطورات تعمل على عدة مستويات فى المكان والزمان، فهناك تطور نظام الكائن الحى فى التعلم والعلوم وهكذا. وهى مرتبة فى نظام هرمى مع أكبرالأنواع التى تضم الأصاغر منها مثل العرائس الروسية. وأكثر من ذلك، فالتطور على أعلى المستويات يولد الأشياء الداخلية من خلال توفير الظروف التى تساعد على التطور الكونى ونحن البشر ندين بأصولنا إلى النشوء البيولوجى الذى يعد بدوره جزءًا من تطور الأرض. وما يحير فى عملية إدراك التطورات هو عدم كمال عملياتهم. وطوال الوقت نراهم يتراجعون للخلف فى حين تمنع الاندفاعات، والنشوء والدورات تقدمهم. ولا عجب فى أنهم يظهرون بصعوبة وعلى مستوى صغير حتى ولو أظهرت المراقبة الطويلة مبدأهم المتجه لأعلى، وهكذا على مدى العقود والقرون شكلت عملية التمدين العديد من اللحظات غير الحضارية التى تركت المؤرخين المساكين فى حالة ارتباك هيكلى.

ويجب ألا ننسى أن عدم وجود مثل هذه القواعد التنظيمية واللوائح، قد يكون بدافع من عمليات التطوير الخاصة لهم، وذلك لأنهم يميلون لأن يصبحوا أقوياء مع مرور الوقت. وهذه واحدة من المفاجآت التى نرحب بها فى الحياة، رغم أنه على المدى البعيد قد تمثل التطورات البناءة لها اليد العليا. وقد رأينا كيف أن انهيارات الحجر الجيرى المحيطية قد تبعتها عودة لحالتها الأولى سريعًا، والارتفاعات الحادة فى مستوى الأكسجين فى المجال الجوى كما هو فى العصر الكربونى، تم تراجعها بسرعة. وعلى هذا المنوال انهارت النظم السياسية الإجرامية برغم التطورات الداخلية بها التى لا تنتهى. لذلك فهناك شىء إيجابى فى الحقيقة برغم مانراه من جانب سلبى، وحذارٍ من الأحلام اليوتوبية فكل ما نعرفه أن العالم على المدى الطويل يميل لأن يصبح معقدًا، أولاً توجد أى مصالح فى مستقبل متقد يخلو من المشاكل. وفى هذا الإطار، سيؤدى الحال بنا للتأمل فى ظل أسباب كل هذه الترتيبات الخاصة بالتطور. وإننى

أستخدم المصطلح فى شكل وصفى آملاً أن تزيد من عجبنا وتوجهاتنا. والشىء المهم هو الإدراك بأن نوعًا ما من الذاكرة سيتخلل العالم المتطور. وحياتنا ليست سريعة الزوال كما نعتقد أحيانًا. وإلى حد ما نقوم بعمل فارق وسيذكرنا الجميع ونحن معصوبو الأعين حيث إننا بكل هذا الانغماس فى كل المسائل، سنكون أقل من يُعتمد عليهم من القضاة فى الحكم على ما نقوم به من مساوئ.

ودعونى أحاول تلخيص قصة الحضارة الإنسانية، فقد بدأت منذ ٥.٥ ملايين عام عندما انفصل أول ممثل البشرية عن عالم الحيوان، وفى وقت لاحق عبر أجدادنا الأعتاب السحرية لتوماسيللو مقدمين التطورات الثقافية الأولية، وهذا الحدث أدار قاطرة بانكوك وإلياس، واستخدام الأدوات والتفكير والتواصل والتنظيم الاجتماعى، وكذلك دمج البيئة داخل كيان متفاعل واحد. وفى البداية تقدمت الحضارة ببطء وليس بأسرع من التطور البيولوجى، ولكن فيما بين ١.٨، ٠.٢٥ مليون عام مضت، أثار ترويض النار عملية إعادة تنظيم مطولة واتسعت الفجوة بين الإنسان والطبيعة، لمدة طويلة، حيث تم دفعهم للوراء من خلال خوف سلبى. ومنذ ١٠٠٠٠ عام تم إرساء إعادة تنظيم الزراعة وأصبح معدل تقدم الحضارة أسرع، حتى العصر الصناعى الذى أصبح مصدر تهديد لاستقرار نظام الأرض. هذا هو الوضع الذى نجد فيه أنفسنا اليوم ومخاوفنا العالمية وماهيتها، لذلك دعونا نرى كيف تتصل الحضارة بنظام الأرض.

الفصل العاشر

راحة الرؤية بعيدة المدى

إن ما أشار إليه نوربرت إلياس بأن "عملية الحضارة" منذ عقود قليلة ماضية، بدأ يبدو الآن كانفجار مخيف سيشملنا طوعًا أو كرهًا. ووضع البشرية يشابه العدوى الفطرية على وجه الكعكة الكريمة، قد يصعب رؤيتها فى البداية، وفجأة يغزو المكان. وبينما تقترب الحضارة من الحدود التى لا يستطيع معها هذا الكوكب التحمل، فلا نجد أى إجراءات للحد من المخاطر أو محاولات جادة للتكيف. وعلى العكس فإنه طبقًا لآخر التقديرات حتى وقت تحرير هذا الكتاب، فإن انبعاثات ثانى أكسيد الكربون تتعدى أكثر السيناريوهات تشاؤمًا التى تم إصدارها منذ أقل من عقد مضى. وتشير أول علامات التساخن على الكرة الأرضية إلى أننا ندخل إلى منطقة الخطر. ومع تسارع خطوات نمو الحضارة فقد نبقى لمدة عقد أو قرن قبل أن تحل الكارثة الكلية، ولا يمكن تجنب التصادم. وهذا التحذير المسبق هو أساس القلق العالمى. ومن الممكن أن تنمو الأديان فجأة وتزدهر الحركات الروحية. وتُسمم الهلاوس عقول الملايين، وتنقسم الثقافات وتزدهر حالات إرهاب الأجانب وتهمش العلوم. فما هى الراحة أو التوجيه الذى يحتمل أن نستمده من الرؤية الطويلة البعدية للعلوم ونحن ننجذب إلى الدوامة؟ وحتى بالوصول لنهاية هذا الكتاب لا يمكننا تجنب الإجابة عن هذا السؤال.

هل حقًا الحرب الفاصلة الكبرى الفانية (الهرمجدون) حتمية كما يُود أنبياء بعينهم أن نعتقد، أولاً دعونا لاننسى أن تعقد الموقف يمنعنا من التنبؤ بالذى يمكن الاعتماد عليه. وقد قال الكاتب الفرنسى أندريه مورو إنه: "غير المتوقع دائمًا ما يحدث" وهذا ينطوى على أننا يجب أن نكون مستعدين للمفاجأة. كذلك فالتشابه

بين النمو الكبير للحضارة والعدوى الفطرية التى ذكرتها آنفًا هو شيء معيب بشكل أساسى برغم استخدامه بشكلٍ عام. فالخلايا الفطرية التى تتراكم أولاً على سطح الكعكة الكريمة، فى بقايا الطعام المخضرة الطينية هى متشابهة تقريبًا. وعلى النقيض من ذلك تنمو الحضارة على غرار السقاطة، وفوق الألف عام تسبب خليطها الفريد من الأعضاء التى يمكن استبدالها، والفكر الدائر والاتصال الرمزى والحركات الاجتماعية المعقدة، فى عمل تيار متسارع من الصور الخيالية الممتدة. وبمقارنتها بالنظم البيولوجية، فإن الحضارة قابلة للتكيف بشدة، والمعدل الإجمالى الذى تتعاقب فيه التعديلات وراء بعضها بعضا فى تزايد، وهكذا فإن الاحتمالية لا يمكن استبعادها، حيث إننا الآن نتوجه إلى تحول اجتماعى، يحل محل النمو الانفجارى، وندخل فى تعقيد منظم متزايد. ومرة أخرى نحن لا نعرف ماذا يخبئ لنا المستقبل. ومع ذلك فنحن لسنا ضعفاء. فى الماضى كان تدخل الإنسان يشكل فارقًا فى كل المناسبات، حتى وإن لم يستطع الأشخاص المعنيون رؤية مضامين أفعالهم. لذا وفى تواضع، يمكن لكلٍ منا أن يسهم فى التغيرات الاجتماعية التى توجد فى نصابها فى الوقت الحالى.

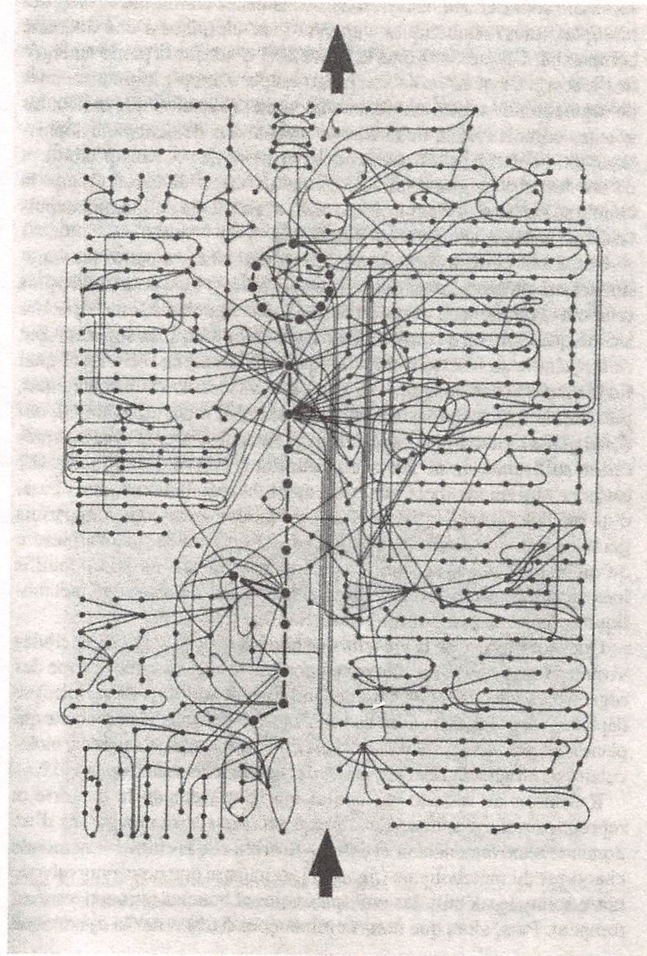
وهناك الكثير لنفعله، ولنبدأ فى التساؤل: هل يمكننا تغيير اتجاهاتنا نحو الأرض؟ وأن نراعى وعينا وإعجابنا للتطورين اللذين دفعا بالأرض بعيدًا بعيدًا عن حالتها الأصلية: أحدهما خاص بالأرض بصفة عامة دافعًا لانتشارها عبر الدهور، والآخر وليدها الذى يدفع التطور السريع للحضارة. وفى هذا الكتاب يمكننى أن ألمس القليل من الملامح البارزة، فى حين تبقى الثروات العظيمة قيد الاكتشاف. ويجب أن يكون هناك حرص خاص على استكشاف المزيد عن العلاقة بين العلم والأسطورة، كما حاولت أن أفعل خلال هذا الكتاب. وهذا الجهد الضخم يجب ألا يظل مقصورًا على علم نظام الأرض، ولكن يجب أن يشمل قرارًا متكافئًا من العلوم الأخرى. وفى الفلك بصفة خاصة، يوجد بالفعل الكثير من الخبرات والنقاش الخادع بين العلم والدين، الذى يجب أن يستكشف أيضًا، وأتمنى أن تكون توصياتى

التى أتيت بها فى الفصل الثامن مثمرة. وكما اقترحت، فإن العلم قد يلعب دورًا مهمًا كوسيط بين التقاليد الأسطورية فى هذا العالم. وهكذا يساعد على التقاء الثقافات وتقوية عملية توجيهنا من خلال الواقع على مستوى العالم سيكون هو الهدف الإجمالى لهذا السعى. وخلال هذا الكتاب حاولت أن أبقى قريبًا قدر المستطاع من حال العلم السائد. والآن وقبل أن أنتهى أقترح عمل استثناء واحد باستكشاف مختصر لحالة إبداع أساسى، من شأنها التأثير إيجابيًا على علم نظام الأرض. فى الزمن القادم أشعر برائحة شىء جديد فى الهواء ونتيجة مكملة لنظرية الأرض التى اقترحها جيمس هتون فى نهاية القرن الثامن عشر. وإذا كنت على صواب فإن النظرية الجديدة ستصل بفهمنا لهذا الكوكب لمرحلة جديدة من التعقيدات. وهذا يؤدى إلى التساؤل عما إذا كانت من الممكن أن تساعدنا على حل المشاكل المتعددة للتغير العالمى، وبكل أسف فإن هذه النظرية الجديدة للأرض لم تأت بعد، ولكن قد تعطينا التطورات الشائقة فى مجالات مرتبطة تلمح إلى ما يمكن توقعه. لذا دعونى أصف لكم باختصار ما يدور، وفيما بعد سنرى المكان الذى ستدخل منه الأرض إلى قصتنا.

قانون كويجمان لقابلية الحياة والنمو

كان سباستيان كويجمان يمر على صفحات من العمليات الحسابية وكأنها مجلات كوميدية. وكانت أيضًا له رؤية غير عادية للحياة على الأرض. وكان يأخذ إجازة سنوية من عمله لمدة شهر لزيارة مكان غير مأهول بالسكان حول الكوكب ويعود بتوثيق مؤثر لكل ما هو حى. وهو يدعى أن معلوماته الموسوعية هى قاعدة البيانات التى تنبع منها نظريته المدهشة. وكان كويجمان أستاذًا للبيولوجيا النظرية فى جامعة أمستردام الحرة. والنظرية التى كتبها يمكن أن يعبر عنها بأنها نموذج حسابى. وكان لى شرف متابعة أعماله على مدى أكثر من عشرين عامًا.

وكان كويجمان ينظر نظرة دونية للنماذج التي تم استخدامها في التنبؤ بالمناخ العالمي، برغم اعترافه بأننا لا يمكننا اليوم تقديم أفضل من ذلك. وهم يجعلونه يفكر في طبق من الإسباجيتي لأنهم متخمون بالأسئلة (الأسهم) التي يصعب عليك فهم ما تدور حوله. ويقول كويجمان إن كل سهم من الأسهم يخبئ درجة من عدم اليقين. ونتيجة لذلك فإن النموذج كله يزخر بالأخطار، ولاعجب أن من صمموا هذه النماذج يجب أن يعالجوا المادة حتى يبدو الناتج معقولاً، وأحيانًا أتعجب عما تساويه تنبؤات المناخ، والنماذج يجب أن تكون بسيطة حتى تصبح نافعة. ولكي نرى كيف أن كويجمان قد وضع نماذجه معًا، فلنبدأ بعالم الكيمياء الحيوية المصغر. أتصور خلية بكتيرية كممثل بسيط للعالم الحي، ولا تزيد على ألفين من المليمتر في الجزء المقطعي، وعندما كنت طفلاً كان البيولوجيون يصفونها كحقيبة بسيطة من البروتوبلازم "مادة الحياة". وفي الوقت نفسه اكتشف علماء الكيمياء الحيوية وعلماء البيولوجيا الجزيئية ما يدور داخل هذه الحقيبة. وقد أوضح هذا البحث بالتفصيل عالـمًا من التعقيدات المذهلة- ويوضح الشكل ١٠-١ تعبيرًا بسيطًا عنها وتحدث مئات من التفاعلات الكيميائية معًا وينظمها تشكيلة مدهشة من الجزيئات العملاقة، والناتج لرد الفعل الواحد (يبدو كنقطة في الشكل) ينقله أحد هذه الجزيئات المنظمة إلى منتج آخر. ويلتقط المنظم الكائن إلى جواره هذا المنتج الأخير، ويحوله بدوره إلى منتج رقم ٣ وهكذا، تظهر شبكة واسعة من الممرات الأيضية في حين يتم معالجة الغذاء القادم خطوة بخطوة لضمان بقاء الخلية. وإذا رأينا فيلمًا يصور هذا الأيض فسنرى مواد كيماوية مختلفة تتطاير عبر الممرات المتعددة، إنه صخب كيميائي لعملية مدهشة التعقيد. وما نراه في الشكل ليس إلا طرفًا من جبل جليدي. وما لانراه على سبيل المثال هو الطريق الذي تنظم فيه كل هذه التفاعلات، أو كيفية إنتاج الجزيئات العملاقة المنظمة. ولا نرى كذلك آلية التنظيف المعقدة التي تتخلص خلالها الخلية من الفضلات والمنتجات الجانبية. وأكبر المعجزات هو عندما تبدأ الخلية بعد فترة في الارتعاش وكأنها قد أصيبت بحمى غامضة ثم تنشطر إلى ضور متماثلة.



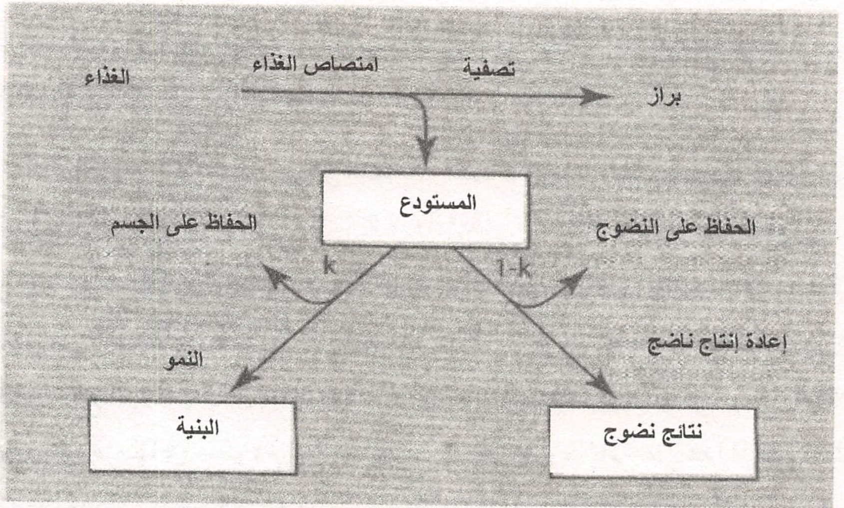
شكل ١٠-١

تمثيل مبسط لعملية الأيض فى خلية بكتيرية، وتمثل النقط التفاعلات المتوسطة والخطوط الواصلة تمثل الجزيئات الكبيرة المنظمة أو الإنزيمات. الطعام الذى يدخل الخلية يتم معالجته من خلال هذه المتاهة، بينما تخرج النفايات و الفضلات من الطرف الآخر.

فكيف يمكن لهذا التنظيم الرائع أن يعمل بدون خلل لبلايين السنين؟ أو لنقولها بشكل غير حاد، كيف لهذا الخليط أن يعمل بأى حال؟ ولدراسة هذه المشكلة تم إنشاء نماذج كمبيوتر تماثل المتاهة الكاملة للتفاعلات الأيضية. وقد تستطيع تخمين نتاج هذا الاتجاه المقلوب. لقد أصبح الأمر كابوسًا أسوأ من نماذج الإسباجيتى، المستخدمة فى أبحاث التغير العالمى. ونظرًا لأن ديناميكا التفاعلات معروفة بعدم الدقة الكاملة، فكل ما تحصل عليه هو كميات مضاعفة من الأخطاء، وأرى أن الشكل ١٠-١ هو رمز ليس فقط لعملية الأيض، ولكن أيضًا لنماذج الإسباجيتى. ويمكن تناول بعض هذه التفاعلات على الصعيد الفردى فى إطار نموذج، ولكن كلما أصبح التدريب متقنًا نغوص على الفور فى كلام لا معنى له، ويمكننا فقط أن نصف المتاهة الخاصة بالتفاعلات الأيضية، ولكننا لا نستطيع فهم لماذا تعمل بهذا المنطق.

ويا له من تضاد مع الحياة كما نعرفها! فالخلايا الحية تفعل ما تفعله بسهولة رائعة. وحتى الأعضاء الحية كلها التى تحتوى على ملايين الخلايا، تتحرك فى الطبيعة بخفة رائعة. فطائر النورس الذى ينزلق برشاقة ضد العاصفة لا يعرف نهائيًا الاضطراب الجُزيئى بالداخل. إذًا ما سر الحياة؟

دعنا نعود إلى عالم الجزيئيات داخل البكتيريا ونستأنف رحلتنا الخارجية المقربة. وقد بعدنا عن مجال الوضوح والتحديد النسبى- على مستوى الكيمياء- وذهبنا إلى العالم المشوش للأيض (الشكل ١٠-١). وأثناء تقدمنا فى رحلتنا تصبح تفاصيل الممرات المتعددة والتقلبات فى النواتج غير محددة. وعندما نبدأ فى فهم ديناميكية الخلية كلها، تحدث المعجزة. وفجأة نشهد على نشوء نظام بسيط بعيدًا عن التشويش. وبعد أن بدأنا رحلتنا المقربة فقدنا فهمنا فور مغادرتنا لعالم الكيمياء، وهنا يعود نظام جديد. والشبكة الأيضية الكاملة تتحول بحيث تصبح منظمة من خلال عدة قواعد بسيطة.



الشكل ١٠-٢

البنية القاعدية لنظرية كويجمان للكائنات الفردية. المتاهة المعقدة لقواعد عملية الأيض الممثلة فى الشكل ١٠-١ تتفق إلى حد ما مع القواعد البسيطة

وتتمثل خلاصة ما أسهم به كويجمان فى اكتشاف هذه المجموعة المتماسكة من القواعد التعبير عنها فى شكل حسابى قدر الإمكان. وقد جعل هذا منه أول شخص فى العالم يصف تنظيم النظم الحية فى إطار المبادئ الحسابية والفيزيقية والكيميائية بعد عزل كل المفاهيم الوصفية. ولمدة ثلاثين عامًا عمل على تبسيط وتصحيح وإضفاء الشرعية على نظريته باستخدام وفرة من النتائج البيولوجية، واتباع الطريقة التى جاء بها نيوتن فى العلوم فى القرن السابع عشر، وقد تم تحسين وتوضيح النظرية، حتى إن العديد من السمات البارزة للتنظيم البيولوجى جاءت إلى المقدمة. وهنا أجعل مناقشتها مقصورة على الخطوط الرئيسية الواسعة حيث إنها كافية للتعبير عن إمكانياتها الكامنة لعلم نظام الأرض.

(الشكل ١٠-٢) يبين جوهر النظرية والنموذج المدعم لها. وسوف نتفق على أنها تبدو أكثر بساطة من الخلية البكتيرية فى (الشكل ١٠-١). والتجويف الجزيئى غير مرئى، ويوجد بدلاً منه عدد قليل من الغرف والأسهم. وهم يمثلون الاحتياطى والمتدفق من الطاقة أثناء دخولها للنظام واستخدامها وخروجها. والطاقة الواردة والمحمولة مع الغذاء يتم انشقاقها إلى إفرازات من الفضلات والسوائل. وهذه الطاقة الأخيرة يتم تخزينها فى مستودع الطاقة قبل أن تستخدم. وما يأتى من هذا المخزون يتم تخصيصه لعدد بسيط من الأنشطة. ويستخدم جزءًا منه للحفاظ على الآلية الجزيئية بشكل منتظم (حفاظ) والآخر للسماح للخلية بالنمو (الهيكل) والتقسيم (النضوج/ ذرية) ويمكن أن تمتد النظرية لتشمل أى خواص أخرى لأى كائن حى، مثل حجم الجسم على سبيل المثال أو معدل الإنتاج.

وأساس النظرية هى أن المكونات النموذجية المتعددة ليست مستقلة، وإنما هى متصلة بقوة. وإذا تغير مكون ما مثل كمية الطاقة التمثيلية أو حجم مستودع الطاقة، فكل المكونات الأخرى ستتغير، وذلك فى ضوء العدد القليل من القواعد الصارمة التى اكتشفها كويجمان.

وعندما يدرس أنواع بعينها، البكتيريا مثلاً. فإنه يحتاج لاثنين فقط من المكونات النموذجية لاحتساب الباقى كله، والناتج من هذه العملية الحسابية ما هو إلا نبوءة حقيقية، فهى تحدثنا عن ماهية الأثر المترتب على تغيير درجة الحرارة مثلاً، أو على تركيب المادة المغذية والكمية المتاحة منها. وقد تم اختبار هذه التنبؤات معمليا. وقد وجد كويجمان ومساعدوه بثبات أن هناك اتفاقًا وطيدًا بين النظرية والملاحظات عند تناولهم للمئات من الأنواع بدءًا من البكتيريا إلى الحيتان والأفيال. إنها فى حد ذاتها تتحدث عن أن التنبؤات الخاصة بالبكتيريا تختلف عن تلك الخاصة فى الباعوضة أو الفيل.

وبمقارنة القيم النموذجية للعديد من الأنواع المختلفة، اكتشف كويجمان مع ذلك أن هذه الكائنات متصلة طبقًا لحجم أجسامها، وهذا الاكتشاف يضعه فى موقف يتيح له تغيير الباعوضة إلى فيل ببساطة من خلال مضاعفة القيم النموذجية للباعوضة لمعدل الحجم. وحاليًا فإن كويجمان على قناعة بأن نظريته عالمية وتنطبق على كل الكائنات الحية على الأرض، وقد وسعها لتشمل النباتات والطحالب، وتنبأ حتى بدرجة حرارة جسم ديناصور معين، وحددها بـ ٣٧ درجة مئوية. واقترح أن يسمى ذلك "قانون كويجمان لقابلية الحياة البيولوجية" أو "قانون كويجمان" كاختصار للاسم وذلك للإشارة إلى الحزمة الكاملة للقواعد التى تحدد النموذج.

وعلى الرغم من أن قانون كويجمان يتصل بكل القواعد الخاصة بأيض الكائن الحى، فإنه يسمح لنا أساسًا بالعرض النقدى للصخب الجزيئى للأيض كما فى الشكل ١٠-١.

وهو يقدم معيارًا يمكن من خلاله أن يحدد أدنى المتطلبات التى يتعين على الجزيئات طاعتها، حتى يمكن للكائن الحى أن يحيا. وهو يفرق بين الأساسيات والضوضاء، ويمكن أن تفعل الجزيئيات كما يحلو لها، ما دام ذلك يخترق قانون

كويجمان وذلك ببساطة لأن ذلك سيعنى نهاية الكائن الحى. لذلك فإن قانون كويجمان يحدد حزمة الكائنات الحية البيولوجية ليخضع التغيرات وذلك من جهة، وفى الجهة الأخرى فهو يجعل الحدود مفتوحة للتغير. ومن خلال هذه الخطوط يحاول كويجمان حاليًا تحليل الأيض على المستوى الجزيئى.

ولكن هناك المزيد، فإن الحقيقة بأن كل الكائنات الحية عليها إطاعة قانون كويجمان من أجل البقاء الذى يحمل فى طياته أن هذه النظرية إنما تحدد قيودًا للحياة، أو إذا أردت قيودًا صارمة للتطور. والحقيقة بأن أقل انحراف عن المتطلبات يبدو مهلكًا، لأن الكائنات الحية لايمكنها التطور أو النشوء عشوائيا. وفى أى وقت تبدو احتمالات التطور محدودة جدا. والتنوع الضخم للحياة اليوم يُعد أمرًا مدهشًا. وقد يفكر المرء أنه فى أثناء التطور يمكن الانحراف الطفيف عن قانون كويجمان أن يتلاءم مع التغيرات فى البيئة، ولأن الحياة متنوعة، فإن آثارها الجيولوجية يجب أن تتغير فى تناغم. ويبدو حينها وكأن ممرات التطور قد حفرتها الحياة نفسها فى أثناء تفقدها لإمكانيات قواها الجيولوجية.

نحو "نظرية صلاحية السكنى على الكرة الأرضية"

خرجنا حتى الآن ببطء بعيدًا عن الآلية الجزيئية داخل الخلية خلال الشبكة الأيضية، حتى أصبحنا قادرين على إدراك البساطة المنبثقة من الكائن الحى كله. وعندما نتتبع حاليا هذه الرحلة الخيالية، ندخل فى عالم من الفوضى. والبساطة المنبثقة من الكائنات الحية الفردية ليست سوى أكثر من جزيرة صغيرة منظمة فى محيط واسع من التشوش. وعلى المستوى الواسع فإن بلايين الكائنات الحية المتضمنة ملايين الأنواع، تتفاعل مع بعضها بعضًا ومع بيئاتها. وعندما نتأمل النظام البيئى فى غابة أو الحيد المرجانى على سبيل المثال، يبدو أن هناك نظامًا، ولكن هذا النظام غير محدد

بوضوح، كما هو الحال فى الكائن الحى الفردى، وذلك لأن الانتقال بين داخل كل النظم البيئية وخارجها أمر غير واضح، فى حين أنه فى حالة الكائن الحى الفردى، يبدو هذا الفصل حادًا. ونتيجة لذلك فإن مرور المادة والطاقة عبر الحدود يمكن أن يكون محدد القياس فى الكائنات الحية وليس فى النظم البيئية. لذلك فإننا فى هذه اللحظة نترك النظم البيئية كما هى عليه، ونتحرك أكثر وأكثر بعيدًا عن سطح الأرض، حتى يمكننا تأمل الكوكب بأسره تمامًا، مثلما فعل رواد الفضاء عندما داروا حول القمر.

وماذا تخبئ لنا النظرة العالمية السامية هذه المرة؟ دعونى أدعوكم لزيارة (الشكل ٤-٤) الذى يظهر العرض الجيوكيميائى لديناميكا الأرض. وهو يظهر الكوكب وكأنه كيان معاد تدويره مع كم مهمل من المواد الداخلة والخارجة مثل الشهب والصخور... إلخ. وهذا يوحى بشدة بأن مغامرتنا فى الفضاء الخارجى يمكن أن تنتج عنها معجزة أخرى تتبع ظهور البساطة فى الفرد الحى. وعلى مستوى الأرض ككل، فإن العلاقات بين المدخلات والمخرجات قد أصبحت محددة بوضوح، ولذا فإن البساطة يحتمل ظهورها من التعقيد. ويبدو أنه فى هذا المستوى قد يتم عمل نظرية جديدة كتكملة ذات قيمة لنظرية الأرض التى وضعها جيمس هتون فى نهاية القرن الثامن عشر. (الفصل الثالث) ومثل هذه النظرية لم توجد بعد، وكل ما يمكننا عمله هو أن نأمل فى ظهور عالم موهوب ليكتشفها. وعلى الرغم من ترددى فى تخيل الشكل الذى ستكون عليه، فإن التشابه مع نظرية كويجمان حول الكائنات الحية الفردية قد يعطينا بعض المفاتيح الأولية، وعندها قد نفترض بأنها ستكون نموذجًا بسيطًا ومتماسكًا، وستختفى كل التفاصيل فلن يكون هناك مجال جيولوجى أو مائى أو جوى أو حيوى ولا متاهة من المخزون والسوائل.

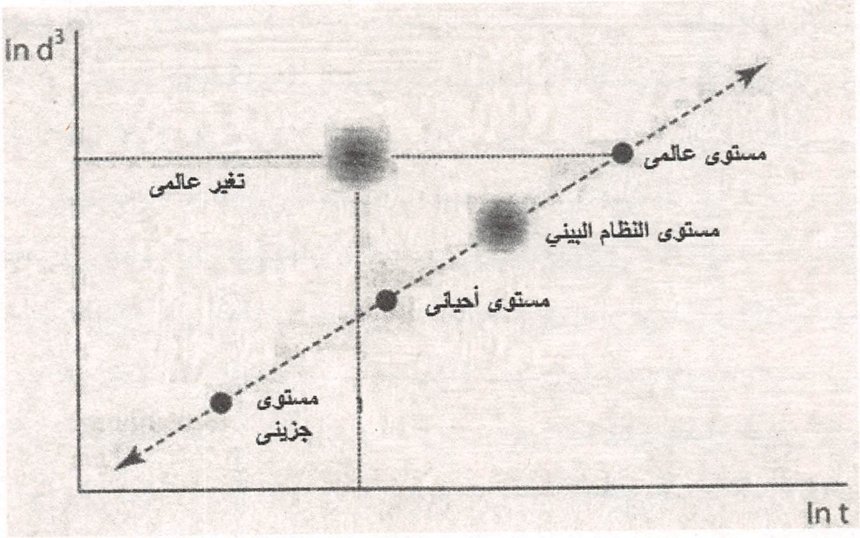
وهذه ستكون "نظرية صلاحية السكنى على الأرض" وذلك لأنها ستحدد أدنى المتطلبات التى يجب أن يوفرها الكوكب كملجأ للحياة، (بافتراض وجود مكان فلكى مناسب).

وسيكون النموذج منسجمًا فى كل مراحل تاريخ الأرض منذ البدايات الأولى وحتى الآن. وسيتنبأ بالتركيب العام للأرض فى أى مرحلة من مراحل وجودها بدءًا من أدنى مادة جيولوجية. وخلال هذا التاريخ، لم يتطور الكوكب عشوائيًا ولكن كان مرتبطا فى مداره بمحددات صارمة تم وضعها من خلال عوامل فلكية، مثل كثافة الإشعاع الشمسى، أو من خلال تكوينه هو.

وأشعر أن هذه النظرية ستكون أداة جديدة وثورية يمكن بها إعادة بناء الـ ٤٥.٨ مليون قرن من تاريخ الأرض، وستقدم فهمًا عميقًا لتطور طويل المدى. وأخيرًا سيكون هذا النموذج أداة مساعدة فى إدراك الكواكب الحية فى أى مكان آخر فى الكون. لذلك فإننى أعتقد أن مستقبل علم نظام الأرض سيكون لامعًا. ولكن سيكون أفضل كثيرًا إذا كان هذا التطور قد جاء على صعيد التساؤلات الأسطورية الحاسمة التى استعددنا لها خلال هذا الكتاب. من نحن وإلى أين نذهب؟ ما مكانة الإنسانية بكل تطورها الفريد فى النشوء اللاماركى فى نظام الأرض؟ ولكن أكثر تحديدًا، قد نتساءل عمّا ستقوله النظرية القادمة لصلاحية السكنى على الكرة الأرضية بشأن مستقبلنا؟

نظرية صلاحية السكنى على الكرة الأرضية – المنافع المحتملة والمحددات:

والآن أدعوكم لتفحص الشكل ١٠-٣ فهو يبين المستويات المختلفة عن التنظيم الذى ذكرناه فى أعلاه فى رسم بيانى مبسط ويرمز (*T*) للزمان على المستوى الأفقى والمكان (*d3*) على المستوى الرأسى (لاحظ إشارة الحرفين (*ln*) تشير إلى أن الموازين مضغوطة، فكلما كبر النظام وطال مقياس الزمن الذى تعمل خلاله، زاد تغير موقعها فى اتجاه الأصل (*O*)، وهذه الخدعة ببساطة تستهدف منع الرسم البيانى من الاتساع لخارج حدود هذه الصفحة).



شكل ١٠-٣

المضاهاة المقترحة فى الزمان (*In t*) والمكان (*In d3*) على ثلاثة مستويات من التنظيم. فعلى المستوى الجزيئى الأحيائى والعالمى الذى يشار له بالنقط السوداء بالشكل فإن الديناميكا المعقدة تخضع لمجموعة من القواعد المتماسكة البسيطة ولذلك فإن النموذج الحسابى يبدو ذا معنى (ولنقارن الشكل ١٠-١و الشكل ١٠-٢).

وخارج هذه النقاط المعقدة لا توجد مثل هـذه البـساطة ولا احتمالية لوجـود نموذج ذى معنى (مثلاً على المستوى البيئى وفترة البحث القصيرة للتغير العالمى). ولم يظهر هنا العديد من المستويات الأخرى للتنظيم على المستويات الصغيرة والكبيرة من الزمان والمكان (الذرات- الذرات الأولية والنظم النجمية والمجرات والكون).

والنقاط تبين مستويات التنظيم، فالنقاط حيـث تنبـع البـساطة مـن التـشوش وحيث إمكانية وجود نموذج جيد. ومستويات التنظيم التى نقشتها بـاللون الأسـود وخارج هذه النقاط تشكل عالم التشوش، حيث طالتنا لعنة نموذج الإسباجيتى. ومـا يوصله هذا الشكل هو فكرة أن هناك مضاهاة بـين مقيـاس الزمـان والمكـان، حيـث تعمل المستويات المتعددة من التنظيم ونماذجها المتصلة. وحيث إن الجزيئـات شـديدة الصغر فى الحجم، فإن عملياتها لا تأخذ سوى وقت محدود فى نطاق الـ ١٠٠٠ الثانية. ولذلك فالنماذج على المستوى الجزيئى عادةً ما تعمل فى إطار الزمان، والكائنات الحية أكبر وأبطأ كثيرًا وأكثر بطئـا، حيـث تـستغرق مـا بـين دقيقتـين إلى سـاعات بالنسبة للبكتيريا وقرن من الزمن للإنسان أو الحـوت. وعـلى مـستوى النظـام البيئـى تكـون الأشياء أكبر فى الحجم والبطء، ولكن تنظيم مثل هذه الأنظمة يكـون مـشوشًا وغـير واضح لعدم التأكد من العلاقات بين التزود بالمادة والناتج عنهـا، وعنـدما تـصل إلى المستوى العالمى، تبدو النقط لطيفة وحادة ولكن المقياس الزمنى يكون عملاقًا، فيصل ما بين مئة ألف سنة إلى بلايين السنين. ولنفترض أن نظريتنا "صلاحية الـسكنى عـلى الأرض" قد أصبحت متاحة، وتتفق مـع المواصـفات غـير الواضـحة والمؤقتـة التـى ذكرتها آنفًا وأن تطبيقاتها كانت محدودة على المستوى الطويل من الزمان لأكثر من مئـة ألف عام. إذًا فالسؤال الذى ينبغى أن نطرحه هو: كيف ستدعم هذه النظريـة دراسـة التغير العالمى من منظورها على المستوى الألفـى؟ ولنقـترب مـن هـذا الـسؤال، فقـد وقعت مؤقتًا أبعاد التغير العالمى فى الشكل ١٠-٣، ولسوء الحظ سقط هـذا البرنـامج

فى وسط عالم التشوش بعيدًا عن نقطة المستوى العالمى، حيث يمكن أن تطبق النظرية. والنهاية ستكون استحالة ظهور نظرية جيدة أو نموذج من هذا البرنامج. وحقًا فإن منهج التغير العالمى لا يمكنه تعدى مستوى نموذج الإسباجيتى.

ولن تكون هذه النظرية أيضًا ذات فائدة فى فهم تاريخ البشرية، فقد ظلت عملية الحضارة تعمل دائمًا على المستوى الإقليمى وشبه العالمى. وفى العقود القليلة الأخيرة أصبح الإنسان مؤثرا فى ديناميكا هذا الكوكب بأسره. وفى الشكل ١٠-٣ يأتى التاريخ الماضى للبشرية فى مكان ما بين النقاط الممثلة لمستويات الأفراد والنظام العالمى. ومرة أخرى يأتى فى وسط عالم التشوش.

والطريقة الوحيدة التى يمكن أن تساعد فيها نظريتنا الافتراضية فى فهم صلاحية السكنى على الأرض من حيث توضيح التهديدات العالمية والوعود للإنسانية، تتمثل فى تحديد الشروط المقيدة طويلة الأجل من أجل الحضارة المستدامة على الأرض. ومرة أخرى فهذه الفرضية تقوم على التماثل مع نظرية كويجمان حول الكائن الحى الفردى. ونرى أنه من أجل البقاء، فعلى كل الأفراد الخضوع بصرامة للقواعد التى تضعها النظرية، وأن هذا الطلب يحدد قيودًا للحياة والتطور. وبالمثل فإن نظرية صلاحية السكنى على الأرض قد تبيّن أن حريتنا هى من أجل العمل العالمى وكيف يمكننا أن نتوغل فيه دون أن ندمر الحياة طويلة الأمد على الأرض من أجل الحضارة. ومن ذلك يمكننا أن نستمد فهمًا شاملاً لشروط بقاء الإنسان وتبنى عدة قواعد للتكيف فى الكوكب.

نهاية جيدة لكل ما هو جيد

وقد تتعجب الآن من السبب الذى يجعلك تبحث فى جميع هذه الصفحات من الكتاب لتنتهى إلى نظرية لا وجود لها، ولكن لا تنسى عزيزى القارئ أننى لم أمنحك

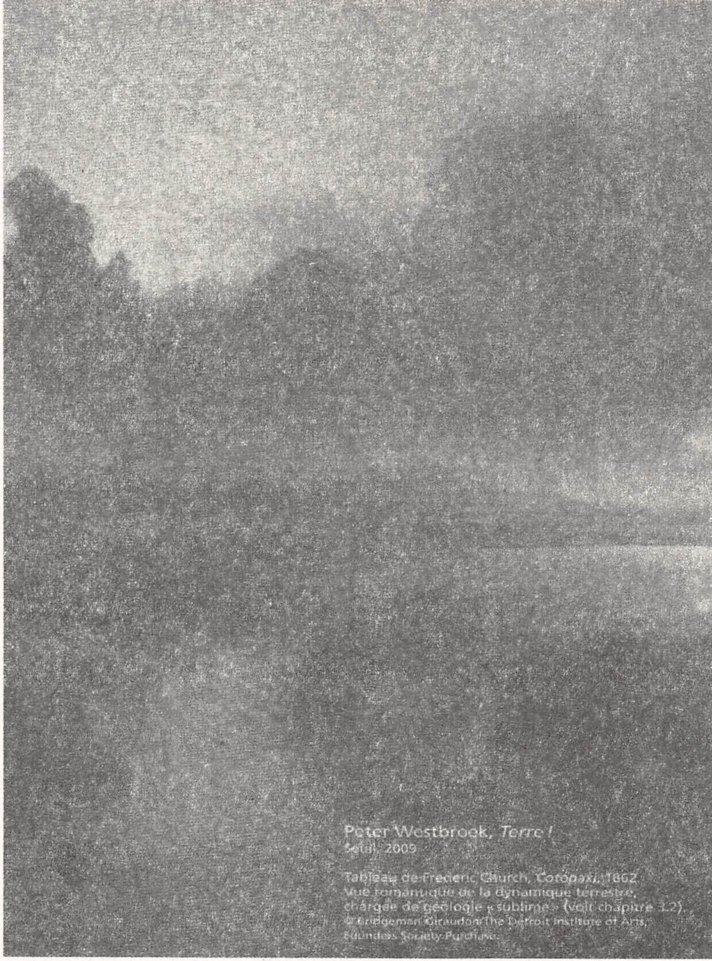
وعدًا قط بطرح أى حلول لأى من مشاكلك. وكل ما انتويته هو أن أجهزلـك هـضبة شاهقة وذلك لمساعدتكم فى توجهكم وسط هذا المحيط من عدم الاستقرار، ومنحكم راحة النظرة الطويلة البعدية (الرؤية بعيدة المدى). ولنفترض الآن أن الأسوأ قادم إلى الأسوأ وأن نماذج الإسباجيتى الخاصة بالتغير العلمى ستتحقق وأن السيناريو الخاص بى حول الحضارة المتفجرة صحيح بالنسبة لـك ولى، وسـيكون المعنـى الكبـير الـذى تنطوى عليه هو أننا الآن فى طريقنا لدخول الدوامة العالميـة، فـماذا يمكننـا أن نعمـل لنواجه ذلك؟

ونصيحتى هى أن نتبع نموذج الصياد الحكـيم فى قـصة إدجـار آلان بـو، لـذا دعونا من القلق، ولندرك أن هذه مجرد مغامرة خرافية لم تحدث من قبل، وها نحن وقد تم الحفاظ علينا عبر الدهور على ظهر التطور العالمى العملاق، وعـلى قمـة ذلـك تـم دفعنا للأمام على يد الحضارة الوليدة. ولنفتح أعيننا ونرى ما لا رأتـه عـين مـن قبـل، وكيف تم الإلقاء بنا بعيدًا، وبشكل مطلق من الأرض الأولى، ومـن أى قـصة رائعـة خرجنا؟

وأتمنى أن أكون قد أقنعتكم بأن هذا الاتجـاه الخـاص بـالتجرد هـو أفـضل مـا يمكننا عمله للبقاء. ولا يوجد دعامة أفـضل مـن النظـرة الطويلـة البعديـة للعلـوم الأساسية فى إعطائنا التوجيه، وتذكروا أيضًا كيف أزاح الأخ الأكـبر فى حالـة اليـأس الغامر الذى شمله، بطلنا الصياد بعيدًا عما كان يتعلق به-الحلقة المعدنيـة عـلى سـطح السفينة. وقصة "بو" مليئة بالحدس الحكيم حقًا ! ويجب أن نحترس من هؤلاء الذين تم دخولهم فى قلق وانغماس، حتى ولو كانوا أعز أحبائنا، لأنهم سيفعلون ما يقـدرون عليه لجرنا إلى الأعماق. وفى حالة التجرد بكل ما تعنيه الكلمة والتعجب، نقـف أمـام أفضل فرصة متاحة لاكتشاف الطريق للنجاة. وربما تكون نظريـة صـلاحية الـسكنى على الأرض هى التى ستحملنا إلى المياه الآمنة. وبالتسلح بحدسنا الجديد سنحتاج إلى

شجاعة الصياد الذى تخلى عن السفينة، وقد كانت ملاذه الأوحد لحمايته. ومثله، يجب علينا ألا نتردد فى إلقاء أنفسنا إلى داخل المياه المتلاطمة الأمواج.

وداعًا !



لوحة رقم I

كوتوباكسى، رسمها فردريك تشيرش عـام ١٨٦٢، وهـى منظـر رومانسى يوضح ديناميكية الأرض، تعكس الرؤية الـسامية لعلـم الأرض.

من كتاب الأرض، تأليف بيتر وستبروك، ٢٠٠٩ سئول، باريس.



لوحة رقم *II*

عاصفة ثلجية، رسمها جوزيف مولارد وليام تيرنر عام ١٨١٢، وتوضح هانيبال وجيوشه وهم يعبرون جبال الألب.

من كتاب الأرض، تأليف بيتر وستبروك، ٢٠٠٩، سئول، باريس.

الخاتمة

فى افتتاحية هذا الكتاب وعدت بتقديم صورة لكوكبنا ومَن عليه حتى أنا وأنت. والآن فى النهاية جاء الوقت لعمل ملخص وإلقاء نظرة على النتائج.

منذ فترة طويلة لم يعلن رجال الاقتصاد أن الأزمة لا مجال للتفكير فيها، وها نحن فى منتصفها، وتجاوز عدد العاطلين عن العمل الملايين. والعدد يتزايد ومعه تتفاقم مشاعر القومية والعنصرية والخوف، وفى الوقت نفسه تنفد الموارد الطبيعية، ويبدأ المناخ فى التغير ويعلو مستوى المياه فى البحار، ويتضاءل التنوع البيولوجى وتتفاقم زيادة السكان. وكل هذه التهديدات معًا تشكل تمزقًا لأبعاد العالم. والإعلام يعطى الاهتمام حاليًا لشبح لا يمكن التفكير فيه بعيدًا عن الأزمة، هو مفهوم الحرب العالمية التى ستكون حتمًا الأسوأ من الحرب العالمية الثانية من حيث القوة والدمار.

هذه هى الدوامة التى نخشى من تزايد انجراف أعداد كبيرة من الناس بداخلها، وهذا هو القلق العالمى. إنها الصورة السائدة التى يعلن عنها الإعلام يومًا بعد يوم. والصورة التى رسمناها فى هذا الكتاب هى صورة مختلفة، فهى أقل واقعية، وتظهر العالم نفسه من مسافة مكانية وزمنية. واتجاه الانسلاخ الانفصالى الذى يتماشى معه، هو أملنا الرئيسى للهروب من هذه النبوءة المظلمة. وهذا يجعل العلوم الأساسية للأرض أداة مهمة فى عدتنا للبقاء.

وصورة ظهور الأرض التى ترجع لعام ١٩٦٨، فتحت هذه البانوراما أمامنا بصورة خصوصية الأرض وتجسيدها و انغماسنا الكامل فى باطنها. والإنسانية ليست عالمًا متباعدًا ولكنها مملكة ناشئة من ديناميكا الكواكب. والروابط بيننا أعمق من اختلافاتنا. وكذلك علاقتنا بالطبيعة أكثر حميمية مما نشعر به، ونحن الآن ندرك أن

الإنسان لن يكون أبدًا مالكًا هذا الكوكب، ولكن عليه أن ينسق حياته مع ديناميكية الكوكب العامة، تمامًا كراكب الأمواج الذى يبحر وسط الأمواج: وظهور نظام الأرض يعمق هذه الصورة فقط فلايوجد أدنى شك حول عدم القدرة على قياس عمق جذورنا، ونحن نحسب عمرنا ببلايين السنين، ونحمل هذا التاريخ فى كل خلية فينا. فنحن نعيش فى عالم إعجازى بعيدًا عن التوازن، ويحفظه على هذه الحالة التدفق الشمسى والكوكبى للطاقة، وحتى الهواء الذى نتنفسه غير متطابق فهو أكسير الحياة وسم قاتل وتعلمنا كيف نتحكم فيه.

والخواص الفريدة للأرض التى أظهرتها بوضوح الرؤية الرائعة من الفضاء العميق، هى نتيجة نمو متطور متراكم على مدى الدهور، وقد رأينا فى هذا الكتاب أن النظام ينظم نفسه بنفسه، وأن له ذاكرة تمكنه من السحب منها ليحصل على درجة الكمال. وفى هذا المدى تكون العجائب الكوكبية المدهشة غير متوقعة، وتظهر الأشياء ببساطة، ولكننا لم نجد أبدًا أى آثار للاهتداء بها، ولزيادة التأكيد يتعين علينا اعتبار أن الفترة خلال ارتحال الكوكب قد عملت على زيادة التعقد بشكل مستمر، وحينما يوشك هذا التكامل على الانهيار، ينجح دائما فى التعافى بسرعة واستئناف سلسلة أسفاره الساحرة.

ومن وقت ليس ببعيد، كانت الظروف مهيأة لظهورنا نحن البشر فى المشهد. وعند هذه النقطة عمل التطور الكوكبى على نشوء أسلوب تطور إضافى مستقل قليلاً عن الكائنات الحية التى تقوم على التطور البطىء للجينوم:

وهكذا فالتطور البيولوجى تم استكماله بتطوير أدوات صناعية خارج أجسادنا، فى حين أن المعلومات يتم معالجتها داخل العقل وتوزيعها عن طريق الكلام. هذا التطور الثقافى الجديد، يضع عملية الحضارة المتسارعة فى مجال الحركة التى تؤدى فى النهاية إلى انتشار البشرية فوق الكوكب بأكمله أو حتى إلى ماوراء الكوكب.

وحاليًا نحن بصدد الدخول إلى مرحلة تصبح فيها عملية الحضارة قوة جيولوجية عالمية. وهذا يضع على عاتقنا مسئولية عظيمة ولكنها مجهولة، فتبدأ أفكارنا وأعمالنا فى التأثير على مستقبل تطور هذا الكوكب. ونحن نعتبر أنفسنا نحمل صفات كوكبية متطورة حديثة. فعندما رأينا هذا الكوكب من الفضاء العميق للوهلة الأولى، كانت الأرض هى التى اكتشفت نفسها من خلال أعيننا. ومن المحتمل أن نصبح نحن وعى الكوكب. وهذا لايترك للبشرية أى اختيار آخر، سوى أن يصبح كيانًا فاعلاً ويتجاوب مع نبض الأرض. وإذا فشلنا فى لعب هذه اللعبة سيلفظنا النظام. ولكن إذا أصبحنا واحدًا واتحدنا مع بقية البشرية والأرض كلها، فستكون قوتنا بلا حدود.

وحينها سيتحول نبض الأرض إلى سيمفونية كوكبية.

كل هذه الاعتبارات تتسق مع مبادئ ونتائج علوم نظام الأرض، فهى تعطى وزنًا خاصًا لكلمات المتنبئة الأمريكية ماريان ويلياسون، التى قالت "إن خوفنا العميق ليس لأننا غير مناسبين. ولكن خوفنا الأعمق أننا نتمتع بقوة ليس لها حدود".

السقوط فى الدوامة

(١٨٤١)

إدجار آلان بو (١٨٠٩- ١٨٤٩)

تختلف طرق الإله فى العناية بالطبيعة عن تلك التى نتبعها نحن، ولا تتماثل النماذج التى نصيغها مع اتساع وعمق ما خلق الإله، والذى يصعب استقصاؤه، لما له من عمق ذاتى أبعد من بئر ديموقريطس.

جوزيف جلانفيل

وصلنا لتونا إلى قمة أعلى جرف، ولبضع دقائق بدا العجوز منهكًا إلى الحد الذى لم يمكنه من الكلام، وقال: "من وقت ليس ببعيد كنت أستطيع أن أدلكم على الطريق" كأى شاب من أبنائى، ولكن منذ ثلاث سنوات مررت بحادث لم يعرفه بشر، ولم يكن لينجو منه أحد ليقصه على الآخرين. فقد مررت بست ساعات من الرعب المميت الذى حطمنى جسدًا وروحًا. قد تعتقد أنى عجوز، ولكننى لست كذلك، ففى أقل من يوم تحول شعرى الأسود إلى الأبيض وضعفت أطرافى وتوترت أعصابى فأصبحت أرتجف من أى جهد وأخاف من خيالى. هل تعلم أننى حين أنظر إلى الجرف الصغير وقلّما أفعل ذلك يصيبنى الدوار؟

إنه هذا الجرف الصغير الذى أرتمى على حافته للاستراحة، حيث تعلق الجزء الثقيل من جسده عليه وما منعه من الوقوع على حوافه المنزلقة كان سيطرة مرفقه. وقد

ظهر هذا الجرف الصغير الشارد ذو الصخور اللامعة السوداء على بعد ١٥٠٠-١٦٠٠ قدم من عالم الصخور بالأسفل. ولم يوجد ما يغريني عنها خلال الست ياردات المتبقية لدىّ للوصول لحافتها. وللحق كنت مغتبطًا فى أعماقى لنجاة رفيقى، حتى إننى وقعت على الأرض بكاملى، ممسكًا بالشجيرات حولى ولم أجرؤ على النظر إلى السماء. فى حين أننى كنت أكافح بدون جدوى لأبعد عن نفسى الفكرة بأن أساس الجبال سيتصدع بفعل الرياح. وقد استغرقت وقتًا قبل أن أستجمع شجاعتى لأجلس وأتأمل فيما هو حولى. وقال الدليل "لابد أن تتغلب على هذه الأوهام فقد أحضرتك إلى هنا لتستطيع تخيل الحدث على طبيعته وأن أقص عليك القصة كاملة وهى تحت نظرك. واستكمل قائلاً بالطريقة التى يتميز بها: نحن الآن بالقرب من الساحل النرويجى عند خط عرض ٦٨ فى مقاطعة نوردلاند، وفى منطقة لوفودن الموحشة. والجبل الذى نجلس على قمته هو هلسجن المغطى بالسحب. والآن فلترفع نفسك قليلاً ولتمسك بالحشائش إذا شعرت بدوار ولتنظر إلى ما وراء حزام البخار فى البحر من تحتنا.

وكنت أشعر بالدوار حين رأيت محيطًا واسعًا وعريضًا ومياهًا داكنة وهو ما ذكرنى بوصفة الجغرافى النوبى بشأن ظلام الوهم وهى بانوراما بائسة لايمكن لعقل بشر أن يدركها. وعلى مرأى البصر يمنة ويسرة كانت سلاسل من الصخور تقف شامخة كمتاريس العالم وهى سوداء مريعة، زاد من كآبتها الأمواج التى تتحطم عليها والتى وصلت لقمتها المروعة البيضاء فى صراخ وعويل أبدى.

وأمام الأرض البارزة وعلى أعلى قمتها حيث كنا على بُعد خمسة إلى ستة أميال فى البحر، كانت هناك جزيرة صغيرة تراها العين خلال الأمواج الموحشة التى تلفها وكانت تبدو مغلفة وكأنها لا ترى من خلال موقعها. وعلى بعد ميلين من الأرض ظهرت جزيرة أصغر شديدة الانحراف والجفاف يحفها من بعيد عدة صخور سوداء.

كان مشهد المحيط فيما بين الجزيرة البعيدة والشاطئ غير عادى. وعلى الرغم من وجود عاصفة شديدة فى ذلك الوقت تهب على الأرض حتى إن سفينة فى عرض البحر ظلت تحت شراعها المطوى، وتم العصف بها حتى غابت عن الأعين، فإنه لم يكن هناك ارتفاع وانخفاض عادى للمياه، ولكن فقط تلاطم غاضب قصير وسريع للمياه فى كل اتجاه وفى مواجهة أسنان الرياح. باستثناء زبد الأمواج على مقربة من الصخور.

واستأنف العجوز حديثه قائلاً: إن الجزيرة البعيدة تسمى فيرغ كما أطلق عليها النرويجيون، والأخرى فى المنتصف تدعى موسكيو، وتلك على بُعد ميل من الجناح الشرقى تدعى أمبارين ويوندر هى أفليس وهويهولم وكيلدهولم وسوارفن وبوكهولم. وبعيدًا بين موسكيو وفيرغ توجد أوترهولم وفيلمان وساندفلسن وسكارهولم. وهذه هى الأسماء الحقيقية لهذه الأماكن، ولكن لماذا يعتقد فى أهمية تسميتها؟ هذا ما لم يستطع أى منا فهمه.

هل تسمع أى شىء؟ هل ترى أى تغير فى المياه؟

نحن الآن على بُعد عشر دقائق من قمة هيلسجن التى نزلنا عليها من لوفودن ولذلك لم نر أى بصيص من المياه حتى رأيناها من القمة فجأة. وطوال الوقت الذى كان يتحدث فيه العجوز كنت مدركًا للصوت الذى يعلو تدريجيًا مثل نحيب الجاموس فى البرارى الأمريكية، وفى الوقت نفسه فهمت ما يعنيه الصيادون من الشخصية المتقلبة للمحيط أسفلنا الذى تغير سريعًا إلى تيار متجه للشرق. وحين أمعنت النظر وجدته اكتسب سرعة هائلة وزاد اندفاعه بلا تردد. وفى خلال خمس دقائق أصبح البحر قرب فيرغ فى ثورة عارمة لايمكن قمعها. ولكن فى الوسط بين موسيكو والساحل زاد البحر من شدته، وهنا بدأت المياه الواسعة فى الالتقاء

والانشطار إلى ألف قناة متصارعة انفجرت فى نوبة من اللهاث والغليان والهسهسة لتدور فى دوامات عملاقة غير محددة، وكلها تندفع إلى الجناح الشرقى بسرعة لم تعهدها المياه سوى بالمنحدرات الشديدة. وفى خلال دقائق قليلة أخرى ظهر تغير جذرى آخر فقد أصبح السطح العام أكثر نعومة، واختفت الدوامات واحدة تلو الأخرى، وظهرت ومضات سريعة من زبد الموج لم تظهر من قبل، وامتدت لمسافة واسعة وشكلت تجمعات وأخذت معها الحركة المحورية للدوامات الجانبية، ووضعت نواة لأخرى أكبر منها. وفجأة فرض ذلك علينا الوجود المحدد داخل دائرة قطرها أكثر من نصف ميل. وحافة الدوامة يمثلها حزام عريض من الرذاذ المضىء ولكن لم تخرج منه شوارد قد تنزلق إلى فم الأنبوب القمعى الذى كان ناعمًا حسبما تمكنت عيناى من رؤيته لامعًا ومبطنًا بحوائط سوداء من المياه، ويميل للأفق بزاوية قدرها ٤٥ درجة فى تمايل وتأرجح، وتصدر عن الرياح أصوات مروعة نصفها صراخ والآخر ضجيج يصل لعنان السماء وهو مالم يصدر عن شلالات نياجرا فى أصعب حالاتها.

وقد اهتز الجبل من أساسه وتحطمت الصخرة وارتميت على وجهى وتعلقت بعشب قصير من فرط الاضطراب العصبى. وقلت للعجوز: "ولم يكن ذلك سوى الدوامة الكبيرة. فقال: "فى بعض الأحيان يكون لها وقت، ونحن النرويجيين نسميها عاصفة موسكيو وتأتى من جزيرة موسكيو عند المتصف منها"، وقد جعلتنى حساباتى لهذه الدوامة مستعدًا لما رأيته. أما دوامة جوناس راموس، التى قد تكون أكثر الدوامات تفصيلاً، فلا يمكنها أن تعطى انطباعا عنها سواء فى عظمتها أو هول مناظرها أو الإحساس الموحش من قصتها التى تربك المشاهد. ولا أدرى من أى وجهة تناولها الكاتب ولا فى أى وقت، ولم يكن ممكنًا رصدها من قمة هلسجن، ولا فى أثناء العاصفة، ومع ذلك فهناك فقرات من وصفه يمكن أن ترصد التفاصيل برغم أثرها الضعيف فى إعطاء انطباع حقيقى للمشهد.

وقال "كان عمق المياه ما بين لوفدن وموسكيو ما بين ٣٦-٤٠ فاثوما (فرسخ) (مقياس لعمق الماء فى البحار والمحيطات)، ولكن على الجانب الآخر بفيرغ كان يتناقص حتى إنه لم يكن يعطى مجالاً لمرور مركب بدون أن يتحطم على الصخور حتى فى أهدأ طقس. وعند الفيضان يفيض التيار المائى لأعالى البلاد بين لوفودون وموسكيو بسرعة كبيرة، ولكن ضجيج الجزر كان ضعيفًا مقارنة بأعلى الشلالات صوتًا وأكثرها رعبًا. وأمكن سماع الضجة على بعد فراسخ وكانت الدوامات والحفر بمثل هذا العمق الذى يتم معه ابتلاع السفينة التى يتم جذبها بصورة حتمية وتحمل إلى القاع وهناك تتحطم على الصخور إلى قطع. وبعدما تهدأ المياه يلقى بهذه القطع لأعلى مرة أخرى. وهذه الفترات من الترنح تأتى فقط عند دوران الفيضان وفى الطقس الهادئ وتستمر ربع ساعة ويعود بعدها عنفها بشكل تدريجى. وعندما يصبح التيار عاصفًا وتزيد حدة العاصفة يصبح الذهاب للنرويج خطرًا على بُعد ميل منها. ويتم نقل القوارب واليخوت والسفن قبل أن تغرق، وغالبًا ماتأتى الحيتان على مقربة من التيار ويغلبها عنفه، وعندها لا يمكن وصف عوائها وخوارها فى معركتها اليائسة للنجاة. وقد حاول أحد الدببة السباحة من لوفودن إلى موسكيو وقبضه التيار وحمله للأسفل وهو يصيح بأعلى صوته عسى أن يسمعه من هم على الشاطئ. وبعد أن يستوعب التيار الكتل الكبيرة من أشجار التنوب والصنوبر، تعود للصعود وهى مدمرة إلى حد أنها تبدو وكأن شعرًا كثيفًا قد نما عليها. وهذا يشير إلى أن القاع يحتوى على صخور مجرفة ومعها تدور هذه الأشياء منها وإليها. وهذا التيار ينظمه مد وجزر البحر الذى يعلو وينخفض كل ست ساعات. وفى عام ١٦٤٥ صباح يوم الأحد فى سكساجزيما اندفع فى ثورة أدت لسقوط بعض أحجار البنايات المطلة على الساحل.

وبالنسبة لعمق المياه لا أعلم كيف سيتم التحقق منها مع اقتراب الدوامة. فالأربعون فاثوما (فرسخا) إنما تشير فقط إلى نسب وأجزاء من القناة الملاصقة للشاطئ فى موسكيو أو لوفودن. ولابد أن يكون عميقًا فى مركز عاصفة موسكيو

ولا يمكن قياسه. ولا يوجد دليل أفضل من النظر بطرف العين على جهنم داخل الدوامة من أعلى جرف فى هلسجن، والنظر منها على الصراخ بالأسفل. وقد تغلب علىّ الابتسامة على تلك البساطة التى يتم بها تسجيلا للأمين جوناس رامس لحكاياته النادرة عن الحيتان والدببة التى يصعب تصديقها. وقد بدت لى فى الحقيقة أنها تفسر كيف أن أكبر السفن التى تقع تحت طائلة الجذب المميت للتيار يمكنها المقاومة تمامًا كما تقاوم الريشة الإعصار وعليه يتحتم اختفاؤها.

ويبدو أن المحاولات لتدبر الظاهرة التى كما أتذكر يبدو بعضها معقولاً عند التفكر بها باتت تسير الآن فى اتجاه مختلف وغير مُرضٍ. والفكرة العامة المطروحة هى أن هذه الدوامات، ومعها أصغر ثلاث جزر فى فيرو لايوجد لها سبب آخر سوى تصادم الأمواج لأعلى وأسفل فى مد وجزر أمام سلسلة تلال من الصخور والمنحدرات التى تحجز المياه، لذا تندفع بعنف مثل الشلال كلما ارتفع الفيضان لأعلى، وكان السقوط عنيفًا تكون النتيجة الطبيعية لذلك كله هي الدوامة، وذلك الشفط الهائل الذى نعرف عنه من تجاربنا ما يكفى. هذه هى الكلمات التى تأتى فى الموسوعة البريطانية. ويتخيل كيرشر وآخرون أن مركز قناة الدوامة هو هاوية جحيم تخترق العالم وتأتى فى بعض الأماكن البعيدة مثل خليج بوثنيا والذى سمى فى لحظة. وهذا الرأى غير ذى الأثر هو الرأى الذى استوعبه خيالى أثناء تحديقىّ، وعند ذكرىّ لهذا المشهد للمرشد فاجأنى بقوله إنه برغم الاقتناع العالمى به خاصة بين النرويجيين، فإنه لا يقتنع به، فبالنسبة للمفهوم السابق اعترف بعدم فهمه، وهنا اتفقت معه فبرغم كونه شاملاً فإنه غير مفهوم كليةً وعبثى، خاصة فى خضم هذا الرعب الناشئ عن الجحيم.

وقال العجوز "أصبح لديك الآن فكرة جيدة عن الدوامة، وإذا زحفت حول هذا الجرف لتصل إلى ملاذ وصمت صوت المياه، فسأقص عليك قصة ستقنعك بأن لدى ما أعلمه عن دوامة موسكيو.

وجلست حيث أرادنى أن أجلس فى حديثه.

كنت أمتلك أنا واثنان من أخوتى مركبًا شراعيًا يزن سبعين طنًا واعتدنا على الصيد فيها وراء موسكيو، بالقرب من فيرغ. وأينما تكون الدوامات العتيدة تجد صيدا وفيرا فى فرص مناسبة هذا إذا توافرت لديك الشجاعة، ومن بين كل الرجال الوافدين كنا ثلاثتنا فقط الذين يقومون بالخروج للجزر. واعتدنا أن نسلك الطريق الكبير أدنى الجناح الجنوبى حيث يتوافر السمك فى كل الأوقات بدون أى مخاطرة، ولذا كانت مكاننا المفضل. وكنا نختار الأماكن فيها بين الصخور حيث توجد أجود الأنواع وبوفرة، لذا فنحن نحصل فى يوم واحد على ما لم يستطع جبناء الحرفة الحصول عليه فى أسبوع. ونحن فى الواقع جعلنا من الأمر مسألة تأمل. المخاطرة بالحياة والخروج من أجل العمل والشجاعة لجلب المال.

وتركنا المركب فى كهف على ارتفاع خمسة أميال من الساحل وأعلى، وكنا فى الطقس الحسن نستغل الخمس عشرة دقيقة التى تهدأ فيها المياه للانطلاق عبر القناة الرئيسية لدوامة موسكيو بعيدًا فوق البركة، والنزول على المرسى فى مكان بالقرب من أوترهولم أو ساندفليسن حيث تقل الدوامات. وقد اعتدنا البقاء حتى وقت ركود المياه مرة أخرى لنستعد ونرفع المرساة للرحيل. ولم نبدأ أى رحلة قط دون أن تكون الرياح ثابتة فى الذهاب والإياب، رياح نأمل ألا توقع بنا قبل العودة، وقلما أخطأت حساباتنا. وفى مرتين خلال ستة أعوام اضطررنا للبقاء طوال الليل على مرسى على أمل أن تهدأ الأمور ولكنه شيء نادر الحدوث هنا. وذات مرة اضطررنا للبقاء على الأرض لأسبوع كامل وكاد الجوع يقتلنا، وذلك لهبوب عاصفة فور وصولنا، وما كنا لنفكر فى ذلك أبدًا. وفى هذا الحادث كدنا ننجرف إلى البحر حيث تلقى بنا الدوامات فى دوائر عنيفة وأمسكنا الهلب وجردناه، وبدأنا ننحرف مع أحد تلك التيارات التى لاحصر لها، المتقاطعة هنا و هناك، والتى قادتنا إلى مأوى فيلمان لحسن الحظ.

ولا أستطيع أن أقص عليكم الجزء العشرين من الصعاب التى واجهتنا على هذه الأرض، إنه مكان سيئ حتى فى الطقس الحسن، لكننا انطلقنا إليه هربًا من براثن

دوامة موسكيو دون أى حوادث، على الرغم أن قلبى كاد أن يتحرك من مكانه عندما اقتربنا من فترة الهدوء قبلها أو بعدها بقليل. وأحيانًا تكون الرياح ليست بالقوة التى كنا نتوقعها فى البداية وبعد ذلك نجد طريقًا ما كنا نتمناه، فى حين يجعل التيار المركب خارج السيطرة. وكان لأخى الأكبر ولد فى الثامنة عشر من عمره وكان لى ولدان قويان وهما يمثلان عونًا لنا فى مثل هذه الأوقات، خاصةً فى استخدام المجاديف ثم الصيد، ولكن على الرغم من إدارتنا للخطر بأنفسنا لم تطاوعنا قلوبنا على ترك هؤلاء الشباب يتعاملون مع الخطر الذى كان داهمًا.

وما سأقصه عليك حدث خلال أيام قليلة قبل ثلاث سنوات. كان العاشر من يوليو يومًا مشهودًا لدينا ولن ينساه الناس فى هذا الجزء من العالم حيث هب أسوأ إعصار من السماء، برغم أن الصباح كان حتى وقت متأخر من الظهيرة يأتى بنسمة لطيفة من الجنوب الغربى، وكانت الشمس ساطعة حتى إن أكثر البحارة خبرة ما كان ليتنبأ بها سيأتى.

وقد عبر ثلاثتنا أنا وأخواى الجزر فى نحو الثانية بعد الظهر وعلى الفور امتلأت السفينة بأجود أنواع السمك، ولاحظنا أنها أكثر مما اعتدنا عليه. وكانت الساعة السابعة حين رفعنا المرسى استعدادًا للرحيل فى المياه الراكدة، وتجنبًا للتيارات التى نعرف أنها تبدأ فى الثامنة، وبدأنا الرحلة برياح ناعمة تهب على الجانب الأيمن، ثم تصفع فى بعض الأحيان بقوة ولكننا لم نحلم حتى بأى خطر فلا يوجد سبب لذلك. وفجاة هبت ريح من هلسجن لتأخذنا بقوة للخلف وكان هذا شىء غير عادى لم نعهده قط. وبات يساورنى القلق الذى لم أعرف له سببًا. ووضعنا المركب أدراج الريح ولكننا لم نستطع توجيه إطلاقه بسبب الدوامات، وكنت على وشك الاقتراح بالعودة للمرسى عندما رأينا عند مؤخرة المركب الأفق مغطى بسحابة نحاسة اللون، وظهرت بسرعة رهيبة. واختفت الريح التى كانت توجهنا، وتوقفنا

وكأننا بلا حياة وأخذنا ننزلق فى كل مكان ولم تستمر هذه الحالة طـويلاً لتأملهـا، وفى أقل من دقيقة كانت العاصفة فوقنا، وفى أقل من دقيقتين أظلمت السماء ومـع بخـات المياه أصبحنا فى ظلام دامس حتى إننا لم نعد نرى بعضنا بعـضًا. ومـن الحماقـة محاولـة وصف هذا الإعصار فأكبر بحارة النرويج لم يمروا على شىء من هذا القبيل. وتركنـا الصوارى تنطلق فى طريقها قبل أن تأخذنا بمهارة، ولكن مع أول هبوب لها سـقطت الصوارى على متن المركب وكأنه قد تم نشرها وأخذ أخى الصغير الصاري الرئيـسى الذى ربطه لتأمينه. وكان مركبنا كأخف ريشة على الماء، وكان به سطح كامـل وفتحـة صغيرة قرب القوس، اعتدنا تأمين أنفسنا فيها عنـد عبـور الدوامـة لمواجهـة البحـار الطاحنة. ولكن فى هذا الحادث كان لابد أن تغمرنا المياه ونغرق فورًا، حيث دفنا تمامًا لبعض الوقت. ولا أستطيع تحديد كيف أن أخى الأكبر قد هرب من هذا الدمار، فلم تواتنى فرصة لأعرف. أما أنا ففور ابتعادى عن الصارى الأمامى ألقيت بنفـسى عـلى متن المركب وقدمى فى مواجهة الشفير الضيق للقوس، وتعلقت يدى بالحلقة المعدنية بالقرب من الصارى الأمامى. وقد دفعتنى الغريزة البحتـة لـذلك، وكـان أفـضل مـا يمكن عمله خاصة مع اضطراب تفكيرى فى هذه اللحظة. وغمرتنا المياه طوال الوقت وحبست أنفاسى وتمسكت بالحلقة. وعندما لم أتمكن من حبس نفسى أكثر من ذلـك، نهضت على ركبتى وظللت ممسكًا بها بيدى حتى خرج رأسى سليمًا. ثم نفض المركب نفسه كما ينفض الكلب نفسه عقب الخروج من الماء وخلص نفـسه مـن ميـاه البحـر. وكنت أحاول الاستشفاء من حالة عدم الإدراك وأستجمع مشاعرىّ لأعرف مايمكن عمله عندما باغتتنى يد أحدهم وهى تمسك بى وكان شـقيقى الأكـبر، وهنـا انـتفض قلبى فرحًا لتأكدى أنه فوق السطح، ولكن لم تدم فرحتى وحل مكانه الرعـب حيـث صرخ فى أذنى إنها دوامة موسكيو، ولايمكـن لأحـد تخيـل شـعورى حينهـا، حيـث ارتجفت من رأسى حتى إخمص قدمى فى قشعريرة عنيفة لأنى أعرف جيدًا ماتعنيه هذه الكلمة وعرفت ما يريدنى أن أفهمـه. ومـع الـريح التـى كانـت تجرفنـا كنـا مقيـدين

بالدوامة وهو مالايمكن النجاة منه. ويمكنك إدراك ذلك عند عبور قناة الـدوامات، فقد اعتدنا الذهاب بعيدًا فـوق الـدوامات وحتـى فى الطقـس الهـادئ، وكـان علينـا الانتظار ومراقبة المركب بعناية، ولكننا نقود الآن المركب فوق البركة نفسها، وفى مثل هذا الإعصار. وفكرت أنه للتأكد علينا أن نذهب هناك بجانب المركب، فهنـاك أمـل بسيط فى ذلك. ولكن بعد هنيهة لعنت نفسى على هذه الحماقـة فى الحلـم ببريـق أمـل. وقد عرفت جيدًا أنه قد قدر لنا الهلاك حتى ولو على مـتن سـفينة بهـا تـسعون مـدفعًا وتبلغ ضعف مركبنا عشر مرات.

وحينئذ عبرت الفورة الأولى للعاصفة أو أننا لم نشعر بهـا، حيـث عـدونا قبـل وصولها، ولكن فى كل الحوادث تتحول البحار إلى جبال شـاهقة بعـد هـذا الـسكون بسبب الرياح يظهر الزبد على سطحها. وهناك أيضًا تغير فريد يطرأ على السماء. فكان الظلام الدامس بلون القار يلفنا من كل مكان، وفجأة انفجر فوق الرؤوس شق دائرى تظهر منه السماء الصافية كما لم أرها قط، حيـث تكتـسى بزرقـة عميقـة لامعـة، ومـن خلالها تألق القمر بدرًا فى بريق لم أشاهده من قبل. وقد أنار كل شىء حولنا بوضـوح كبير ولكن ياإلهى ياله من مشهد يلقـى عليـه بـضوئه. وقـد حاولـت مـرة أو مـرتين التحدث مع أخى، ولكن تعالى الضجيج، ولم أستطع فهمه ولم أسمع كلمة واحدة منه على الرغم من أننى كنت أصرخ بأعلى صوتى فى أذنه. وهز رأسـه وهـو يبـدو شـاحبًا كالأموات ورفع إصبعه وكأنه يقول لى اسمع. فى أول الأمر لم أفهم مـا يعنيـه، ولكـن فجأة أتت لى فكرة، فجذبت ساعتى من سلـسلتها ولم تكـن تعمـل وحملقـت فيهـا فى ضوء القمر وانفجرت بالبكاء وأنا أقذف بها بعيدًا فى المحيط لقـد توقفـت عنـد تمـام السابعة، كنا هناك قبل وقت الركود بين المد والجزر وكانت الدوامة فى أوجّها.

وعند بناء المركب على أساس سليم ووضعه فى مكانه الصحيح وعـدم تحميلـه بأكثر من طاقته فإن الأمواج فى العاصفة الشديدة دائمًا ما تنزلق من تحتهـا، وقـد يبـدو ذلك غريبًا لصاحبه ولكن هذا ما يطلق عليه بلغة البحر ركوب الموجة.

حسنًا لقد ركبنا الموج بمهارة ولكن جاءت مياه عملاقة من البحر لتأخذنا وتحملنا معها إلى الأعلى وكأننا بالسماء، ولم أكن لأصدق أن أى موجة يمكنها الارتفاع إلى هذا الحد. ثم نزلنا باستخدام المجداف والزلاجة والغاطس وقد جعلنى هذا أشعر بغثيان، وكأنى أسقط من قمة جبل شاهق فى الحلم. أثناء تحليقنا عاليًا ألقيت نظرة سريعة، وكانت كافية، لتحديد مكاننا تمامًا. وكانت دوامة موسكيو على وشك الانتهاء على بُعد ربع ميل، ولكنها لم تكن الدوامة المعتادة، فكما نراها الآن هى تماثل الطاحونة. ولو لم أكن أعرف أين نحن وما يجب توقعه لما عرفت المكان نهائيًا. وقمت بإغلاق عينى مجبرًا من الرعب فتشابكت الجفون معًا وكأنها فى حالة تشنج. ولم يستمر الأمر أكثر من دقيقتين حتى شعرنا بخمول الأمواج وأحاطنا الزبد وتحرك المركب بنصف استدارة إلى الميسرة ثم اندفع فى اتجاهه الجديد مثل الصاعقة، وفى الوقت نفسه تحول صوت المياه إلى نوع من الصراخ كالصوت الذى يصدر عن آلاف أنابيب البخار حينما يخرج منها البخار مرة واحدة. وها قد أصبحنا الآن فى حزام الأمواج المتحطمة التى تحيط الدوامة عادة، وفكرت أنه فى أى لحظة سنغرق فى هاوية عميقة بالأسفل، والتى بالكاد نراها للسرعة العجيبة التى حملنا بها. ولم يبد المركب فى طريقه للغرق، بل كان يطفو مثل فقاعة هواء على سطح الموجة وكان جانبه الأيمن مقابلا للدوامة. وجانبها الأيسر للمحيط والعالم الذى تركناه. ووقفت مثل الحائط الملفوف الضخم بيننا وبين الأفق. قد يبدو ذلك غريبًا ولكن بعد أن أصبحنا الآن بين فكى الخليج شعرت بأننى أكثر هدوءًا عما كنت عليه أثناء اقترابنا. وفى ضوء قرارى بألا أتمنى أى شىء تخلصت من الرعب الذى أفقدنى الشجاعة فى البداية. واعتقد أن اليأس هو ما أثار أعصابى.

قد يبدو ذلك تفاخرًا ولكن ماقصصته عليكم هو الحقيقة، وبدأت أفكر كيف يكون الموت هكذا عظيمًا، وكيف كانت حماقة منى أن أفكر بهذه الرداءة فى حياتي الشخصية أثناء هذا التجلى الرائع لقدرة الإله. وعندما مرت هذه الفكرة بخلدىّ

احمررت خجلاً. وبعد برهة تملكنى الفضول حول الدوامة نفسها فقد شعرت برغبة إيجابية فى فحص أعماقها مهما كانت التضحية التى سأقدمها وما كان يحزننى هو أننى لن أستطيع أن أقص على رفقائى القدامى على البر الأشياء الغامضة التى سأراها. وهذه كلها خيالات فريدة ليشغل بها المرء عقله لهذا الحد ومن وقتها فكرت أن دوران المركب حول البركة قد يكون أضاع عقلى قليلاً.

وكان هناك موقف آخر ساعد على استعادة هدوئى وكان ذلك عندما توقفت الرياح التى لم تنل منا فى هذا الموقف، وذلك لأنه وكما رأيتم بأنفسكم كان حزام الأمواج المتحطمة منخفضًا عن حافة المحيط الذى بدوره ركم فوقنا نتوءًا جبليًا عاليًا أسود اللون. وإن لم تكن ذهبت إلى البحر قط فى أثناء عاصفة قوية فلن تقدر على تكوين فكرة عن الارتباك العقلى الذى تسببه الرياح والرذاذ معًا، فهما يجعلانك أعمى وأصم فتصاب بالاختناق وتفقد كل طاقة أو تفكير لديك. ولكننا تخلصنا الآن وبكل المقاييس من هذه المضايقات تمامًا مثل المتهمين بالقتل فى السجن فهم يمنحون مهلة صغيرة ما دام قدرهم لم يتحدد بعد. ومن المحال أن نتذكر عدد اللفات التى أخذتنا معها فى ذلك الحزام، فقد ظللنا ندور وندور لنحو الساعة ولم نكن نطفو بل نطير. فاقتربنا أكثر وأكثر إلى منتصف الموج، ثم تقدمنا أقرب وأقرب إلى حافتها الداخلية الرهيبة، كل ذلك وأنا ممسك بالحلقة المعدنية، وكان أخى فى مؤخرة المركب محتميا ببرميل بأمان تحت النضد، وهو الشيء الوحيد الذى لم ينجرف عندما هاجمتنا العاصفة أول مرة. وعندما وصلنا لحافة الهاوية ترك البرميل وتوجه للإمساك بالحلقة وحاول دفع يدى من فرط رعبه ولكنها لم تتسع لكلينا لنمسك بها بأمان. ولم أشعر بأسى أعمق من ذلك حين رأيته يحاول ذلك على الرغم من علمى أنه ليس بعقله فى ذلك الحين وإنها نوبة هوس من الخوف. ولم أهتم بالأمر لأناقشه معه. ولم أر أى فارق فيمن يمسك بالحلقة، لذا تركته وذهبت للبرميل بالخلف ولم تكن هناك صعوبة فى ذلك

حيث كان المركب يلف حول نفسه بثبات كبير وبقدر متساوٍ متمايلاً قليلاً من شدة الدوامة. وكان من الصعب تأمين نفسى فى مكانى الجديد خاصةً عند التمايل تجاه الميمنة، واندفعنا إلى الجحيم وتمتمت ببعض التراتيل والصلوات السريعة للإله معتقدًا أن كل شىء قد انتهى.

وعند إحساسى بهذا الإعياء جراء الهبوط قمت تلقائيًا بإحكام قبضتى على البرميل وأغمضت عينى. ولعدة ثوانٍ لم أجرؤ على فتحها حيث توقعت دمارًا فوريًا. وعجبت لأننى لم أكن بالفعل فى صراع مميت مع المياه، وانقضت اللحظات وأنا مازلت حيا. وتوقف الإحساس بالسقوط وأصبحت حركة المركب كما كانت من قبل عند مرورها فى وسط الزبد، فيما عدا أنه الآن قد زاد هدوءًا واستجمعت شجاعتى ونظرت مرة أخرى على المشهد. لن أنسى أبدًا مشاعر الرعب والهلع والإعجاب الذى نظرت به لنفسى وبالمركب، معلقًا بفعل السحر فى منتصف الطريق لأسفل، وعلى السطح الداخلى لمحيطها هائل العمق، وتكاد تخلط بين جوانبها الملساء والأبنوس ولكن للسرعة الفائقة التى تدور بها التى داروا معها وللأشعة الوامضة المروعة التى انطلقت معها، ومع ضوء البدر المتسرب من هذا الشق الدائرى وسط السحب، والذى سبق ووصفته، تجمع كله فى فيضان من التألق الذهبى عبر الجدران السوداء وذهب بعيدًا إلى داخل أعمق فجوة بالعالم السفلى.

وفى بادئ الأمر كنت شديد الارتباك بحيث لم أتمكن من ملاحظة أى شىء بدقة. وكل ما لاحظته هو ذلك الانفجار الهائل لهذه العظمة. وعندها استجمعت نفسى قليلاً ووقع نظرى إلى الأسفل تلقائيا حيث أمكننى الرؤية بوضوح للطريقة التى تعلقت بها المركب على السطح المائل للمياه. لقد كان على التساوى أو بمعنى آخر كان متن المركب موازيا للمياه ولكن انزلاق المياه بزاوية تزيد على ٤٥ درجة جعلنا نبدو وكأننا منقلبون. ولم يفت على ملاحظتى أننى لم أجد أى صعوبة فى الحفاظ على ثباتى

ورسوخى فى هذا الموقف عما كان الحال عليه عند مواجهتنا الموت، وكان السبب كما أعتقد للسرعة التى كنا ندور بها.

ظهرت أشعة القمر وكأنها تبحث عن قاع الخليج العميق، ولكنى لم أستطع إحداث أى فارق مميز نظرًا للضباب الكثيف الذى يغلف كل شىء وكان فوقه قوس قزح عظيم يماثل هذا الجسر الضيق المتأرجح الذى يقول المسلمون إنه الطريق الوحيد بين الزمن والخلود. هذا الضباب أو الرذاذ كان نتاج تضارب الجدران الضخمة لمحيط الدوامة، حيث تقابل الجميع فى القاع. ولكن هذا الصراخ الذى تعالى لعنان السماء من داخل هذا الضباب لا أجرؤ على وصفه. وقد حملتنا الزلقة الأولى من حزام الزبد إلى العالم السفلى لمسافة عظيمة أسفل المنحدر. ولكن سقوطنا كان متناسبًا بكل المقاييس. وأخذنا نلف ونلف بدون انتظام ولكن فى تأرجح واهتزازات تصيبنا بالدوار. وكانت تأخذنا أحيانًا على بعد عدة مئات من الأقدام، وأحيانًا أخرى بطول المحيط الدائرى للدوامة. وكان نزولنا مع كل فورة، بطيئًا ولكنه محسوس. وبالنظر لنفسى فوق هذا السائل الأبنوسى الذى حملنا أدركت أن قاربنا ليس الأوحد الذى وقع فى قبضة الدوامة. فكان فوقنا وتحتنا قطع من مراكب وتجمعات كبيرة من أخشاب البناء وجذوع أشجار ومواد أخرى صغيرة مثل قطع أثاث وصناديق محطمة وبراميل وهراوات. وقد وصفت الفضول غير الطبيعى الذى حلّ محل مخاوفى الأصلية. وكلما اقتربت من قدرى المحتوم زاد هذا الفضول. وبدأت الآن أشاهد باهتمام غريب الأشياء العديدة التى طافت بصحبتنا. ومن المؤكد أننى كنت منفعلاً لأننى كنت أبحث عن المتعة فى تأمل تلك السرعات النسبية التى تهبط بها هذه الأشياء تجاه الزبد للأسفل. ووجدت نفسى أقول هذا شجر التنوب، ولابد أننى التالى الذى ستغمره المياه وتخفيه. وعندها أصابتنى خيبة الأمل حيث سبقنى حطام سفينة التاجر الهولندى وغرقت قبلى. وبعد عدة افتراضات أخرى من هذا النوع وخداعى فيها وحقيقة خطأى فى التقدير، جعلنى أدخل فى حالة من التفكير أدت إلى ارتجاف أوصالى مرة

أخرى، مما جعل قلبى يخفق بشدة. ولم يكن ذلك رعبًا جديدًا يتملكنى، ولكنه كان فجرًا لأمل أكثر إثارة. وقد نبع هذا الأمل جزئيًا من الذاكرة ومن الملاحظة الحالية. فقد استجمعت بعقلى ذلك العدد الكبير من الأشياء المبهجة التى جرفتها عاصفة موسكيو وألقت بها مرة أخرى.

وكان هذا العدد الكبير من الأشياء محطمًا بشكل غير عادى، فظهر باليا وخشنًا ويبدو متلاصقًا ومليئًا بالشظايا. ولكننى تذكرت أن بعضًا منها لم يكن مشوهًا نهائيا. والآن لا يمكننى احتساب هذا الفارق سوى من خلال الافتراض بأن الأشياء والقطع المحطمة هى التى تم احتواؤها كاملة وأن الأشياء الأخرى دخلت الدوامة فى مرحلة متأخرة من المد أو لسبب ما هبطت ببطء بعد الدخول إليها، حتى إنها لم تصل للقاع قبل تحول الفيضان أو الجزر. هذا ماقد يكون الحال عليه. لقد أدركت أن ذلك ممكن فى كلا المثالين حيث من الممكن أن يكونوا قد داروا لأعلى مرة أخرى إلى مستوى المحيط بدون أن يقدر لهم ما حدث للأشياء الأخرى، التى جُذبت مبكرًا أو تم ابتلاعها بسرعة. وقد لاحظت ثلاثة أشياء أخرى. أولها كقاعدة عامة أن الأجسام الكبيرة كانت أسرع فى الهبوط، وثانيهما أن مابين كتلتين متساويتين فى الأبعاد إحداهما كروية والأخرى على أى شكل آخر فالأكثر سرعة فى الهبوط هو الشكل الكروى. وثالثهما أن مابين كتلتين متساويتين فى الحجم إحداهما أسطوانية والأخرى على أى شكل آخر فإن الأسطوانية تسحب ببطء عن الأخرى.

ومنذ هروبى قمت بعمل أحاديث متعددة حول هذا الموضوع مع مدير مدرسة المنطقة وهو رجل كبير بالسن، ومنه تعلمت كلمة أسطوانية وكروية. وقد شرح لى -برغم نسيانى لما قاله - كيف أن ما رأيته كان فى الحقيقة نتيجة طبيعية لأشكال القطع التى تطوف، وعرض لى كيفية سباحة الأسطوانة فى الدوامة وكيف تقاوم شفطها لها، وصعوبة جذبها عن أى جسم آخر مكافئ لها من أى شكل آخر.

وكانت هناك ظروف مروعة كان لها بالغ الأثر فى الدفع بهذه الملاحظات وجعلنى فى شوق لوضعها فى الحسبان، فعند كل دورة كنا نمر ببرميل أو عارضة

شراع مكسورة أو صارى مركب. وفى حين أن هذه الأشياء كانت على نفس مستوانا، عندما فتحت عيناى لأول مرة على عجائب الدوامة، فأصبحت الآن فى الأعلى فوقنا، ويبدو أنها انتقلت من مكانها الأصلى. ولم أعد مترددًا فيما علىّ أن أفعله، وقررت ربط نفسى لتأمينى ببرميل الماء الذى أحمله الآن وأحرره من النضد وأرمى نفسى معه فى المياه. وقد جذبت أنظار أخى بالإشارة وأشرت للبراميل الطافية التى جاءت بجانبنا وحاولت جاهدًا أن أجعله يفهم ما سأقوم به، واعتقدت أنه قد فهم خطتى، ولكن إذا كان هذا هو الأمر أم لا، فقد هز رأسه فى يأس ورفض التحرك من مكانه بجانب الحلقة المعدنية وكان من المحال إجباره والظروف الطارئة لا تحتمل التأخير، وبمرارة تركته إلى مصيره وربطت نفسى بالبرميل بالأربطة التى كانت تثبته بالنضد واندفعت معه إلى البحر دون تردد. وكانت النتيجة هى ماتمنيته تمامًا. وها أنا نفسى أقص عليكم هذه الرؤية وكما رأيتم فقد هربت. وبما أن الطريقة التى جاء بها الهروب مازالت تتملككم وتتوقعون منى المزيد من القول فسأنهى قصتى بسرعة.

ربما كانت ساعة من الزمن أو نحو ذلك، فبعد مغادرتى المركب وهبوطى لمسافة كبيرة للأسفل جاءت ثلاث أو أربع لفات وحشية ومتتابعة حملت أخى الحبيب معها، واندفعت بدون تردد واندفعوا إلى داخل الزبد بالأسفل. وقد غرق البرميل الذى كنت مربوطًا به ببطء شديد لأكثر من نصف المسافة بين قاع الخليج والمكان الذى قفزت منه من المركب، وذلك قبل أن يحدث تغير كبير فى أسلوب الدوامة. وأصبح انحدار جوانب محيط الدوامة الواسعة أقل وأقل ارتفاعًا بمرور الوقت. وأصبح دوران الدوامة أقل وأقل عنفًا واختفى قوس القزح تدريجيا، والزبد، كذلك. وأصبح قاع الخليج بطيئًا للحد الذى لايسمح له بالارتفاع. وأصبحت السماء صافية وهدأت الرياح وسطع القمر جليًا فى الغرب، وعندها وجدت نفسى على سطح المحيط وأمامى شاطئ لوفودن حيث كان مكان عاصفة موسكيو. وكانت ساعة الركود، ولكن كان البحر مازال يجيش بالأمواج العالية كالجبال بسبب الإعصار. وتم حملى بقوة إلى قناة التيار. وفى خلال دقائق كنت على الساحل على أرض الصيادين،

والتقطني قارب بعد زوال الخطر وأنا في إعياء تام ولا أقوى على الكلام من الذكرى المرعبة. وهؤلاء الذين أتوا بي كانوا من زملائي القدامى ورفقائي الودودين، ولكنهم لم يتعرفوا عليّ معتقدين أنني مسافر من أرض الأرواح، فقد تحول شعري الذي كان بلون الغراب الأسود إلى اللون الأبيض الذي تراه الآن. ويقولون إن كل ما ينم عن ملامحي قد تغير. وقصصت عليهم روايتي ولم يصدقوها. والآن ها أنا أقصها عليكم وأتوقع ألا تثقوا في مصداقيتها تمامًا كصيادي لوفودن.

تعليقات وملاحظات ومزيد من القراءات

الذين يريدون أن يطلعوا على آخر التطورات فى مختلف المجالات التى تمت مناقشتها فى هذا الكتاب، عليهم أن يفحصوا بدقة الجرائد العامة مثل جريدة الطبيعة، والعلوم، والأمريكى العلمى، والأمريكى العالم، والعالم الجديد، ويمكنهم كذلك البحث على الإنترنت لمزيد من المعلومات.

الفصل الأول

التغير العالمى

يختص هذا الفصل بالمشاكل العامة للتغير العالمى، وقد أحببت بصفة خاصة الكتاب الصغير لإدجار مورين و أ.ب كيرين ١٩٩٩ "الأرض الوطن – مطبعة هامبتون. وتُركز العديد من النصوص على الموضوع المحدود الخاص بتغير المناخ من وجهة نظر العلوم الطبيعية. والنقطة الفنية فى هذا البحث تم تلخيصها فى تقارير اللجنة الدولية الحكومية لتغير المناخ، والفيلم الوثائقى المشهور والكتاب المصاحب له حول تغير المناخ، الذى ألفه آل جور "الحقيقة غير الكافية" : الظهور الكوكبى للحرارة العالمية، وما يمكننا عمله لمواجهتها (رودال ٢٠٠٦)، وهم قد لا يعكسون تمامًا الإجماع العلمى، ولكن لهم ميزة عظيمة فى عرض الموضوعات العالمية فى صورة يسهل فهمها وجذب انتباه الجمهور العريض. وكان هذا هو الإسهام الذى وضع موضوعات المناخ العالمى على أجندة الساسة وقادة العالم.

ويعبر جيميس لاف لوك عن رأيه الجرىء والمحذر فى "ثأر جايا – لماذا تحارب الأرض، وكيف يمكن أن ننقذ البشرية (بنجوين ٢٠٠٦ *Viii* + صفحة ١٧٧). وهناك رؤية يسهل الدخول إليها عن تغير المناخ كتبها جابريل وكر وديفيد كينج ٢٠٠٨: العنوان الساخن. بلومزبرى. *حول موضوع التنمية المستدامة*:-

تقرير برونتلاند (١٩٨٦) **Brundtland-Report-htnl**

http://www.ace.mmu.ac.uk/Sustainability/Older/Brundtland_Report.html

"تقييم النظام البيئى فى الألفية"

http://www.millenniumassessment.org/en/index.aspx

وحول موضوع التزايد السكانى العالمى أحببت قراءة: كم عدد السكان الذين يمكن أن تدعمهم الأرض؟ وكتبه جويل كوهين (نيويورك، لندن نورتون) ١٩٩٥.

الأسطورة والعلوم

يتناول إدجار مورين العلاقة المركبة بين الأسطورة والعلم فى إطار واسع فى الجزأين ٣،٤ من كتابه " الطريقة" والنسخ الفرنسية لعملة ظهرت مع إد دى. سويل للطباعة والنشر.

الانغماس والانسلاخ

نوربرت إلياس ١٩٨٧ الانغماس والانسلاخ. بلاك ويل وأوكسفورد ***185pp+*** ***Lxxii*** تم ترجمتها من الاسم الأصلى ١٩٨٣ ***Suhrkamp***.

الفصل الثانى

قبل إرسال النسخة النهائية من هـذا الكتـاب للنـاشر، قـرأت كتـاب نـشوء الأرض. وكيف رأى الإنسان الأرض لأول مرة، كُتبه المؤرخ روبرت بولى (مطبعة ج. يل ٢٠٠٩). وفى كتابه يصف بول بالتفاصيل التطورات التاريخية قبل وأثناء وبعد أخذ الصورة الشهيرة، وهى مثيرة وتتمة ممتازة لهذا الفصل.

ريتشارد تارناس ١٩٩١ "شغف العقل الغربى" فهـم الأفكـار التـى شـكلت رؤيتنا للعالم". *Xiv +544pp.* (مجموعة راندوم للطباعة إيسبن): *0-345-36809-6* .

الفصل الثالث

فى تصويرى لهتون، أدين بالكثير للكتاب الشائق لجاك ريبشيك (الرجل الـذى اكتشف الزمن). جيمس هتون. واكتشاف الآثار العتيقة لـلأرض. سـيمون وشـستر ٢٠٠٣ *244pp.ISBNO-7432-3189-9*. ومن المهم أن ندرك أن مناقشات ريبشيك قد استلهمها من معارضة الخلق. ويحتاج ريبشيك إلى بطـل ليركـز عـلى دعـواه، ورؤيتـه لهتون ذات جذور عميقة فى تقاليد التاريخ الجيولوجى. ونحن نعرف هتون من خلال المديح فى "مبادئ الجيولوجيا" العظيمـة الـذى كتبـه تـشارلز ليـل " البطـل العظـيم لجيولوجيا القرن ١٩". وقد عاش ليل حياته خـلال أوج الحركـة الرومانـسية، وهـى فترة شهدت بناء الدول والافتتان الروحى. وقد اعتبر نفسه نيوتن الجيولوجيا، ولكى يؤكد رؤيته كان يحتاج إلى عملاق أنجلو ساكسونى ليقف عـلى كتفيـه. وقـد سـاعده كثيرًا تقديم هتون كالأب المؤسس: فقد سمح له ذلك بأن يقلل مـن شـأن إسـهامات الجيولوجيين الأوائل فى الدول الأجنبية مثل ألمانيا أو فرنسا. ومن جهة أخرى استطاع أن يركز الضوء على شهرته الخاصة من خلال نقد هتون لجهلـه بالحفريـات والوجـوه الأخرى للجيولوجيا.

وأما التحليلات الحديثة فهى تلقى بأضواء جديدة على هذه التعقيدات وعلى سبيل المثال الكتب الممتازة التى كتبها موت تى جرين "الجيولوجيا فى القرن التاسع عشر، تغير وجهات النظر حول عالم متغير(مطبعة كورنيل ١٩٨٢) ومارتن جه. إس. رودويك "انفجار حدود الزمن. إعادة بناء التاريخ الجيولوجى فى عصر الثورة (مطبعة جامعة شيكاغو ٢٠٠٥). وهؤلاء الكُتاب بينوا أن نظرية هتون الخاصة بالأرض ليست اختراعًا ظهر من العدم، ولكنها كانت مدعومة بأفكار كانت مطروقة لمدة طويلة، وليس صحيحًا أن هتون كان مدير مدرسة جيولوجية كبيرة كما يدعى بعض المؤرخين، بل إنه كان أول من عزز فكرة وجود فرن عميق داخل الأرض أو تدوير الصخور، فى حين أن الناس من قبله قد نظروا داخل أغوار الزمن. وقناعتى الشخصية هى أنه بالرغم من كل المناقشات الملطفة فإن إسهام هتون قد علّم ظهور شىء جديد – جسم متماسك من الأفكار التى يمكن للجيولوجيا أن تبنى من خلالها. وهذه الحالة تماثل ظهور الرؤية العالمية السامية فى الستينيات، والتى تم مناقشتها فى الفصل الثانى. فالعوامل حولنا منذ وقت طويل ولكن صورة الأرض هى السبب وراء هذا الاختراق.

وربيكا بيدل ٢٠٠١ " تشريح الطبيعة: الجيولجيا ورسم الطبيعة الأمريكية ١٨٢٥ – ١٨٧٥. (مطبعة جامعة برنستون) *Xiii +185pp.ISBN:0-691-10291-0* والنسخة الإنجليزية من قصة جوستاف فلوبير "بوفارد وبيكوشيت" يمكن تنزيلها من على شبكة الإنترنت مجانا *http:// www.gutenberg.org/etext/25014* .

الفصل الرابع

للاطلاع على نص ممتاز للألواح التكتونية انظر : جروتزينجر جوردان (برس وسيفر ٢٠٠٥) "فهم الأرض". *ISBN 0-393-30817-0* .

بيتر وستبروك ١٩٩١ . الحياة قوة جيولوجية. ديناميكيات الأرض (نورتون).

فى الفصل الثالث بعد مناقشة قصة جوستاف فلوبير "بوفارد وبيكوشيت" الصفحة ٣٤، وعدت بالتعرض لقليل من الأشياء غير المؤكدة فيما يخص إعادة بناء تاريخ الحجر الجيرى. وهذا ليس تدريبًا فى كيفية عقاب النفس، ولكنه عرض لنظام علمى صحى. وستتذكر الأساس المنطقى المفهوم ضمنًا. نحن نعتمد على الأسطورة فى توجهنا تجاه الحقيقة والمصدر الرئيسى الموائم للواقع هى العلوم الأساسية، وروايتى حول الحجر الجيرى هى محصلته من عدة مراقبات محدودة ونتائج تجارب تم جمعها خلال سنوات عديدة من العمل فى المعمل والملاحظات فى المواقع والمناقشات مع الزملاء والاختبارات للمادة العلمية. وهى تقدم أساسًا الدليل والعرض وتشرح الحقائق كما أعرفها ولكنها تفشل فى إظهار مواطن الضعف وهنا بعض الأسئلة المختارة للتساؤل:-

١- قلت إن الحجر الجيرى الناشئ فى المحيط الحالى له أصول بيولوجية، وفى حقيقة الأمر هناك الكثير من الحجر الجيرى حولنا ولايمكن تحديد الأصل من خلاله مطلقًا. وبالنسبة للحجر الجيرى الحفرى هناك الكثير من الشك وكذلك فى الحالات التى تفتقر إلى القشور (ترسيبات لاعضوية).

٢- ذكرت أن المادة اللزجة ذات الأصول البيولوجية، الذائبة فى ماء المحيط هى مادة جوهرية مانعة لترسيب كربونات الكالسيوم، وفى معملنا أمكننا التعرض بالتجربة لهذه النزعة لمنع التكلس فى المادة اللزجة التى يفرزها بعض الـ ***coccolithophores*** (طحالب أحادية الخلية تعمل على التكلس) والرخويات والمرجان، ولكن المادة اللزجة القادمة من مصادر ذات نطاق أوسع يجب أن تستقصى لتقوية ادعائى.

وهناك أيضًا القليل الذى نعرفه عن حجم وزمن البقاء لهـذه المـادة اللزجـة فى البيئة البحرية وكذلك إمكانياتها فى مقاومة التكّلس مقارنةً بما يحدث فى عملية التبلور المتبادل.

٣- والسؤال الذى يجب طرحه هو: ما المزايا التى يجب توافرها فى الكائنات الحية لتفرز مادة لزجة ضد التكلس فى المحيط الذى يقوم بالفعل بمنـع كربونـات الكالسيوم من الترسب فى كل الأحوال؟ ومن وجهة النظر الداروينيـة، فـإن اقتراح مناقشة هذه الوظيفة قد يكون مضيعة للطاقة.

٤- يتحدى بعض المحققـين اكتـشاف جروتزينجـر وزملائـه لقـشرة كربونـات الكالـسيوم اللاعـضوية فى الرسـوبيات القديمـة (انظـر عـلى سـبيل المثـال جروتزينجر وجى. بى. ودى. إتشن. روثمان). نموذج غير حيـوىّ لأصـل تشكل الأستروماتوليت للتراكم الـصخرى، مجلـة الطبيعـة (٣٨٣- ٤٢٣- ٤٢٥). وهم يعرفون قشرة جروتزينجـر كـالتراكم الـصخرى أو (مـستودع الحجر الجيرى) وأنا شخصيًا أميل للتوافق مع فريق جروتزينجر ولكن عـلى المرء أن يذكر باسـتمرار أن كبـت تـشكيل القـشرة ومنـع تكونهـا هـو لـب حكاياتى المحملة بالأساطير.

الفصلان السادس والسابع

مقدمة محيرة للأكسجين المتناقض هى: نيك لـين ٢٠٠٣ الأكـسجين " الجـزىء الذى عمل العالم مطبعة جامعة أكسفورد. ***X +374pp.Oxford.ISBN:0-19-860783-0***

الورقة التى جاء منها الشكل ٧-١ (أخذ مع بعض التغيرات من هولاند *2006*). الأكسجين فى الغلاف الجوى والمحيطات. ***Phil.Trans.R.Soc.B361,903-915***

كلاسيكيات هولاند حول تطور الغلاف الجوى - هولاند " التطور الكيميائى للغلاف الجوى والمحيطات (مطبعة جامعة برنستون) ١٩٨٤.

كتاب عظيم حول تطور الحياة منذ الأرض الأولى حتى الآن - نـول ٢٠٠٣ - "الحياة على كوكب شاب" الثلاثة بلايين عام الأولى من التطور على الأرض " (مطبعة ج. برنستون).

ولنلاحظ أن وجهات نظر هولاند حول تطور الأكسجين لم تلق قبـولاً عالميًا. ولتنظر لوجهة نظر بديلة لــ أهموتو إتش وآخرين ٢٠٠٦. دليل نظائر الكبريـت عـلى غـلاف جـوى مؤكسـد فى الـزمن المـاضى السـحيق "مجلـة الطبيعـة". *442,908-911* وكذلك مجموعة حديثة من المقالات حول هذا الموضوع منشورة فى مجلة الجيوبولوجى *(2006)*.

الفصل الثامــن

- ريتشارد تارناس ١٩٩١ " شغف العقل الغربى" فهم الأفكار التى شـكلت رؤيتنا العالمية. *Xiv+544pp* (مجموعة دار نشر راندوم).

- جراى جى ٢٠٠٧. الكتلة السوداء - الدين فى سفرالرؤيا وموت اليوتوبيـا (كتب بنجوين). *PP. 243* .

الفصل التاسع

- فانس دى وال ٢٠٠٥. القرد الذى بداخلنا – كتب جرانيا ولندن *272pp.*
- فانس دى وال ٢٠٠٦ الزعماء والفلاسفة. كيف تتطور الأخلاقيات (مطبعـة جامعة برنستون).
- استخدام توماسلليو إم ١٩٩٩ " الأصول الثقافية للإدراك البشرى" (مطبعة هارفارد، كامبريدج، ماس ولنـدن) *VI+248pp.* وتقـدم أحـدث مطبوعاتـه دلائل كبيرة تـدعم البـصيرة التـى قـدمها فى كتابـه الـشائق. وكـان ميـشيل

توماسلليو فى معهد ماكس بلانك للتطور الأنثروبولوجى فى ليبزج. وكان تركيزه الأساسى على مفهوم الأهداف والصفات المشتركة فى البشر والقردة الكبيرة.

- وتظرية بانكوك حول علم أصل الإنسان وتطوره نشر أول مرة عام ١٩٠٩ وظهرت الترجمة الإنجليزية له فى عام ١٩١٢ (بانكوك، الماركسية والدارونية تشارلز. إتش كير). وهناك ترجمة إنجليزية حديثة متاحة على الإنترنت.
- عمل بانكوك على فكرته الأصلية خلال الحرب العالمية الثانية وهو مختبئ من النازيين. وهذا النص نشرته الأكاديمية الهولندية الملكية للعلوم التى كان عضوًا بها تحت مسمى " علم أصل الإنسان : دراسة فى أصل الإنسان ١٩٤٥.
- نوربرت إلياس. العملية التمدينية. المجلد الأول: تاريخ السلوكيات. أوكسفورد، باسل بلاكويل ١٩٧٨ (١٩٣٩). المجلد الثانى: تشكيل الدولة والحضارة.
- عنوان الطبعة الأمريكية هو القوة والكياسة، أكسفورد، باسل بلاك ول؛ ١٩٨٢ (١٩٣٩).
- مجلد لاستثارة الفكر حول ترويض النار – جودز بلوم ١٩٩٥ م.
- النار والحضارة (بنجوين).

الفصل العاشر

- كويجهان إس. إيه. إل. إم ٢٠٠٠ الطاقة الديناميكية والتجمعات الكبيرة فى النظم البيولوجية (مطبعة جامعة كامبردج).

الخاتمة

التغييرات المذكورة مثال "نبض الأرض " و"سيمفونية الأرض" هى عناوين كتب كلاسيكية صدرت خلال الحرب العالمية الثانية بواسطة الجيولوجى الهولندى جى. إتش. إف. أم بجروف.

شكر

خلال الفترة الطويلة التي استغرقها الإعداد لهذا الكتاب، كان هناك عدد لايحصى من البشر الذين كانوا وحيا لى وشجعونى. أعطونى خبراتهم ونصائحهم ووقتهم حتى يضعونى على الطريق الصحيح، وبدون إسهاماتهم لم يكن هذا الكتاب لينتهى، ويمكننى أن أذكر البعض منهم.

أولاً: أخص بناتى الحبيبات ميريام وحنا وإيفا ماريا، وأزواجهن وأحفادى، وذلك عرفانًا بالجميل لتضامنهم الطويل وتفهمهم، وكذلك روح الدعابة والمتعة والحب. وقد ساعدونى خلال السنوات الصعبة التى مررت بها عقب وفاة زوجتى العزيزة أرين وأعادوا البهجة لحياتى مرة أخرى.

وقد شارك معى بحفاوة جوب جودسبلوم بصداقته وخبرته فى علم الاجتماع والعلوم الإنسانية والفلسفة. وقد أعطى هذا العمل الروح وقربه لعقلى.

إدجار مورين شخص آخر، كان دليلاً لأفكارى فى طرق المغامرات التى كنت أمربها ولم أفهمها قط.

وكان العصف الذهنى والأفكار التى أتبادلها مع أخى جاب ملهمة لى بشكلٍ خاص، فلم تكن أفكارًا ذات قيمة فقط، ولكنها ذكّرتنى بالجلسات التى كنا نجلس فيها مع آبائنا بالوطن والتى كانت كالجنة، حيث اعتدنا بعد تناول وجبة العشاء أن نجلس فى المطبخ بعدها لساعات، وفى هذه المناسبات كنا نناقش كل معتقداتنا وقناعاتنا، ويصبح الهواء محملاً بدخان كثيف أزرق من تدخين السيجار الضخم. أما كارل ترلندن، فقد ذكرنى بهذه العقيدة العظيمة لآبائى، وأقنعنى كيف أن العلاقة

بين العلم والدين قد لا تكون عدائية فقط، بل ربما تكون مصدرًا للارتداد. وديك هولاند فحص بدقة الفصول الخاصة بالأكسجين، وكانت تعليقاته التفصيلية ذات قيمة لا تقدر بثمن، ولكننى تجاهلت اعتراضاته لما كتبته عنه شخصيًا من أنه أقل الخبراء الذين يمكن الاعتماد عليهم فى هذا الموضوع بصفة خاصة.

وجوزيه لويس سان مجيل قدم لى الفكرة الحاسمة بأن أول صورة للأرض التقطت من الفضاء العميق هى التى أدت لظهور الرؤية العالمية الحديثة، وقد شاركه فريد سبير بكل كرم فيما لديه من معرفة كتبها عن أبوللو ٨ فى مهمتهم الخاصة بناسا.

جيجز كونان وجاب موكيل جعلانى على دراية بأن العلوم التطبيقية لديها الكثير لتقدمه، وليس الثروة فقط أو السلع العملية، فهى تأتى بأسطورتها الخاصة وسحرها ونجاحها. وهذا أفضل دليل على أن العلم قد غرس جذور الحقيقة.

ستيفان بنجستون، وبرت بوكشوتن ونيكوفان بريمن ولين بوش ولويس فريسكيو وجان فان هوف وباس كويجمان وجاند دى لو واجنهارد ميجرنج ومارتن فان نيروب وجاك تورت وراشيل وود، كلهم زودونى بكل كرم بصداقاتهم وشاركونى بعميق رؤاهم.

وبعد أن سلمت المسودة الأولى من هذا الكتاب، كان كل من جين مارك وليفى ليلوند ومعاونيهما فى المطبعة بباريس يشجعانى كثيرًا. وكان دعمهما فى كل من المضمون والتنظيم عاملاً مساعدًا كبيرًا فى تنقيح هذا النص. وسباستيان بلانكبرج قام بمعظم الرسوم التخطيطية.

- وكانت لين مارجوليس بمثابة قوة فى الخلفية فقد علمتنى كيفية كتابة الكتب وكنت أنصت لنصحها، أما ليث كونن فقد أعطتنى دورة تدريبية فى التنقيح وساعدتنى ليزا فريدمان فى بعض اللغة الإنجليزية.

- وقد مر جمع هذا الكتاب بسلسلة رائعة من التحويلات، ففى بعض الوقت ظهر وكأنه يجسد مركز علوم جايا فى صورة مؤسسة علمية افتراضية، وهذه المنظمة كان متوقعًا أن تصبح شبكة عالمية للعلماء وماكينة ذات دعم ذاتى لإنتاج العلوم والأساطير المشتقة من العلوم. وباستخدام الإنترنت يمكن تنسيق الأبحاث على مستوى العالم فى مجال علم نظام الأرض ودعم العلماء، من خلال مناقشة الأسطورة الناشئة مع العامة على مستوى واسع ومع صانعى السياسة، وأخيرًا وليس بآخر مع العلماء أنفسهم.

ولسوء الحظ فإن هذه المبادرة الكريمة لم تتخط عالمها الافتراضى، وذلك لأننى أصبحت على دراية كاملة بعدم براعتى فى إدارتها. لذلك قررت أن الكتابة هى الشىء الذى أقدر عليه وعلى الرغم من فشلى، فإننى أُقدم تحية خاصة لأعضاء مجلس إدارة مركز علوم جايا. وقد أوضح لنا مارك بدنج الشكل الذى وجب أن يكون عليه المعهد فى اليوم والعصر الحالى، فى حين أن روب ناجتزام وبينوتر كويل وجان فان هينت وهارى فان ديرلان وكور وينكلر برينز كانوا من أكبر المؤيدين. وكذلك فإن متحف التاريخ الطبيعى فى ليدن قد أتاح لنا مساحة لإقامة المركز. وعلى الرغم من أن أعضاء مجلس الإدارة قد يتذكرون أن هذه المبادرة كانت مضيعة لوقتهم، فإننى أتمنى أن يطلعوا ويدركوا بعضًا من أفكارهم التى ذُكرت بهذا الكتاب.

وأشكر مارى بجنبرج لمساعدتها فى موضوع حقوق الطبع. ومن كل الناس تظهر جوديث دى جونج التى أعطتنى توجيهًا جديدًا لحياتى.

ليدن ٢٠٠٩

مسرد المصطلحات

Glossary of some Terms used in the book.

معجم لبعض المصطلحات المستعملة فى الكتاب

-A-	
abrasion	**سَحج** عملية البرى بفعل الاحتكاك
acicular	**إبرى** شبيه بالإبرة
acidic rocks	**صخور حمضية** مصطلح عام يستخدم للدلالة على الصخور النارية المحتوية على الكوارتز ، مثل الجرانيت .
adamantine	**ألماسى** بريق يشبه بريق الألماس
aeolian	**ريحى** وصف للدلالة على المود المترسبة بالرياح التى جلبت جسيماتها من مكان ما ، ومثالها رواسب الطيس ***loess*** وكثبان الرمال .
algae	**طحالب** مجموعة غير متجانسة من الكائنات الحية حقيقيات النوى، وحيدة الخلية أو عديدة الخلايا أو تكون مستعمرات وتحيا عادة بالبناء الضوئى.
alluvial fan	**مروحة طمية** راسب يتوضع من مجرى ينساب فى واد جبلى منحدر ويدخل فى أرض مستوية نسبيا.

alluvium	**طمى** راسب من المياه الجارية .
alpine glacier	**مثلجة ألبية** نهر من الجليد يشغل منخفضا فى سلسلة جبلية، ويتحرك فى اتجاه مستوى أكثر انخفاضا؛ وتسمى أيضا مثلجة جبلية أو واديا مثلجيا.
altitude	**ارتفاع** ارتفاع فوق مستوى سطح البحر.
amber	**كهرمان** بقايا نباتية متحفرة (راتينجات)، صلبة صفراء شبه شفافة.
amorphous	**لامتبلور** مادة ليست لها بنية جزيئية محددة، أي إنها لا متبلورة.
amphibian	**برمائى** حيوان يعيش فى الماء وعلى البر، مثل الضفادع والسلمندر.
amygdales	**لوزات** فجوات أو فراغات مملوءة بالغاز توجد فى الصخور.
anatomy	**تشريح** البنية التى يتكون منها الكائن الحى أو أجزاؤها.
angular Unconformity	**لا توافق زاوىّ** انظر : لا توافق ***unconformity***.
anhydrite	**أنهيدريت** كبريتات الكالسيوم اللامائية (***$CaSo_4$***).
anterior	**أمامى** يوجد فى المقدمة أو من أمام.
anthracite	**أنثراسيت** فحم صلب نقى جدا.
anthropology	**أنثروبولوجيا** علم دراسة الإنسان، وبخاصة طبيعته الفيزيقية وكذلك الأساليب التى أدت إلى تطوره.

anticline	حنيرة (طية محدبة) طية محدبة إلى أعلى فى الصخور.
anticlinorium	طية محدبة مركبة قبة محدبة عريضة توجد فيها صدوع وطيات صغيرة.
aphanitic	نسيج دقيق وصف النسيج الدقيق الذى لا يمكن رؤية البلورات المكونة له بالعين المجردة فى الصخور.
aquifer	مكمن تكوين صخرى مسامى حامل للماء.
aragonite	أراجونيت معدن تركيبه كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ يتبلور فى نظام المعينى القائم. ويكون المعدن فى الأصداف معتما وطباشيريا، وأقل ثباتا من معدن الكالسيت.
archaeo	قديم بادئة معناها قديم، وأصل الكلمة إغريقي ***Archaios*** ، قديم.
archaeozoie	أركيوزى أقدم حقب چيولوچى معروف، وهو حقب ما قبل الكمبرى المبكر.
areal	مساحى نسبة إلى المساحة ***area*** (مثل الچيولوچيا المساحية ***areal geology*** ، وهى چيولوچية منطقة معينة).
arenaceous	رملى صفة الرمل تختص بالنسيج أو بصفات حجم حبيبة الرمل (٢ – ١٦ / ١ مم).
argillaceous	طينى راسب حجم حبيباته أقل من ١٦ / ١ مم .
artifacts	اصطناعيات أدوات أو أشياء صنعها الإنسان .

artesian	**بئر إرتوازية** بئر يستخرج منها الماء الموجود فى مكمن ما، يعلوه طبقات غير منفذة .
asteroid	**كويكب** أحد الأجرام الصغيرة الكثيرة التى توجد بين مدارى كوكبى المشترى والمريخ .
atmosphere	**غلاف جوى** الهواء الذى يحيط بالأرض.
attitude	**وضع** وضع جزء من طبقة صخرية بالنسبة إلى المستوى الأفقي.

-B-	
barchans	**برخان** كثيب رملي هلالي الشكل .
barrier beach	**شاطئ حاجزى** شاطئ رملي منخفض يفصله عن البر مستنقع أو لاجون .
basalt	**بازلت** صخر ناري دقيق التحبب قاعدي طفحي .
base level	**مستوى القاعدة** مستوي الجسم المائي الذي ينساب فيه ماء النهر .
basic rock	**صخر قاعدى** صخر ناري يحتوي على نسبة قليلة من السليكا ، مثل صخر البازلت.
bedding plane	**مستوى تطبق** السطح الفاصل بين طبقتين أو طبقتين أو سطيحتين صخريتين منفردتين .
bedrock	**الأساس الصخرى** صخر صلب متماسك، غير مجوَّي، يوجد أسفل الوشاح الصخرى .

bilateral symmetry	**تماثل ثنائى جانبى** مصطلح يطلق على نصفين لجسم ما، يتماثلان بحيث يكون أحد النصفين صورة المرآة للنصف الآخر .
binomial nomenclature	**تسمية ثنائية** نظام للتسمية العلمية للكائنات الحية يتطلب تحديد اسمين لاتينيين: اسم الجنس ***generic*** واسم النوع ***specific*** مثل ***Homo sapiens*** للإنسان .
biogenic law	**القانون الحيوى** قانون ينص على أن تاريخ تطور الكائن الحى ***ontogeny*** يعيد تاريخ تطور السلالة ***Phylogeny*** .
biotite	**بيوتيت** ضرب من الميكا يوجد على هيئة بلورات دكناء (سوداء عادة).
bituminous coal	**فحم بتيومينى** فحم رخو ذو رتبة متوسطة فى سلالة الفحم .
black light	**ضوء أسود** ضوء ينتج عن الإشعاع فوت البنفسجي (فوق البفسجي).
block diagram	**رسم تخطيطى كتلى** رسم تخطيطى ثلاثى الأبعاد يجمع العلاقة بين الجيولوجيا السطحية والبنية الأمامية والبنية الجانبية لمنطقة ما .
block mountains	**جبال كتلية** جبال تكونت نتيجة عمليات التصدع .
blow-out depression	**منخفضات تحاتّ** منخفضات حوضية الشكل، صغيرة نسبيا تكونت نتيجة عمليات التحات بالرياح .
boulder	**جلمود** كسرة صخرية مستديرة تقريبا يزيد قطرها عن عشر بوصات .
brackish water	**ماء مسوس** خليط من المياه العذبة والمياه الملحة .

breccia	بريشة (بريشيا) صخر يتكون من كسر زاوية الشكل متلاحمة .
brittleness	تقصف قابلية المعدن للكسر بسهولة .

-I-	
ice age	العصر الجليدى دور البليستوسين فى الزمن الرابع من حقب الكاينوزوى؛ زمن التثلج العظيم.
ice cap	قلنسوة جليدية غطاء جليدى فى المناطق القطبية.
ice sheet	شرشف جليدى كتلة ضخمة على شكل رابية من الجليد المثلجى، تنتشر من المركز فى اتجاهات عديدة أو فى كل الاتجاهات.
igneous rock	صخر نارى صخر تكون من اللابة أو من الصهارة.
incandescence	توهج حرارى توهج مادة ساخنة.
inclusion	مُكْتَنَف كسرة من صخر أو معدن يحيط به صخر.
index fossil	حفرية دليل انظر : حفرية مرشدة *guide fosil* .
intermittent stream	نهر مؤقت نهر يجف مجراه جزءا من الوقت.
intrusion	تَدَخُّل صخر نارى، يندفع فى صخور أخرى بالمنطقة وهوفى الحالة المنصهرة.

intrusive rock	**صخر متدخل** صخر يندفع فى صخور أقدم منه (وهو فى حالة منـصهرة)، ويكون ذلك فى العـادة عـلى امتـداد الـصدوع أو الـشقوق، والصخور المتدخلة لا تبلـغ سـطح الأرض، تنكـشف عـلى السطح نتيجة لعملية التحات للصخور التى تعلو الـصخور المتدخلة.
invertebrate	**لا فقارى** حيوان ليس له عمود فقري (شوكي).
-J-	
jJoin	**مَفصِل** كسر في الصخور لا تصاحبه إزاحة على جانبي الكسر .
jurassic	**جوراسى** الدور الأوسط فى حقب الحياة المتوسطة.
-K-	
kame	**كِيْم** رابيـة صـغيرة قمعيـة الـشكل تتكـون مـن الرمـل المتطبـق والجرول. وترسبت من نهر جليدي.
kaolin	**كاولين** صلـصال أبـيض أو ضـارب إلى البيـاض ينـتج عـن تحلـل الصخور التي تحتوي على كميات كبيرة من الفلسبار.
karst topography	**طوبوغرافية الكارست** طوبوغرافية غير منتظمة تتميـز بفجـوات تـشبه البالوعـات ووديان بلا أنهار وكهوف وأنهار تحت الأرض.
kettle	**منخفض جليدى** منخفض يشبه الحوض فى الانجراف الجليدى، يتكون عندما تذوب كتل مدفونة من الجليد الثلجي.

-L-	
lacustrine deposits	**رواسب بحيرات** رواسب تتكون على قيعان البحيرات.
lamellar	**رقائقى** مرتب على هيئة ألواح رقيقة.
landslide	**انزلاق أرضى** الحركة السريعة نسبيا لكتل كبيرة من الصخور، والتراب إلى أسفل التلال أو الجبال.
lapidary	**صاقل** قاطع وصاقل للأحجار الكريمة.
lateral	**جانبى** جانبي أو بجانب.
lLateral moraine	**ركام مثلجى جانبى** حيد من الحريث مستطيل الشكل على امتداد الحافات الجانبية لمثلجة ألبية، ويُسْتمد معظمه من الركام السطحى المتساقط على المثلجة من جدران الوادي.
lava	**لاَبة** الصخور المنصهرة على سطح الأرض، وتخرج من باطنها.
lava dome	**قبة لاَبِيّة** انظر : البراكين الدرعية ***shield volcanoe***.
lLava plateau	**هضبة لابية** انظر : هضاب البازلت ***plateau basalts***.
lias	**لياس** اسم بديل للجوارسي الأسفل.
lignite	**ليجنيت** فحم بني اللون ناعم.
limestone	**حجر جيرى** صخر رسوبي يتكون معظمه من كربونات الكالسيوم.

limonite	**ليمونيت** أكسيد حديد مائي غير متبلور.
lithification	**تحجر** العملية التي تصبح بها الرواسب صخورا متصلبة.
lithology	**ليثولوجيا** دراسة ووصف الصخور بالعين المجردة. وكذلك دراسة النسيج والتركيب لأي عينة صخرية.
lithosphere	**الغلاف الصخرى** الجزء الصلب من الأرض.
lLoad	**حمولة** كمية المواد التى تحملها عوامل التحات (مثل الأنهار والمثالج أو الرياح) فى زمن معين.
-M-	
magma	**صهارة** مواد الصخور المنصهرة فى باطن الأرض التى تتكون منها الصخور النارية عندما تبرد.
malleable	**قابل للطرق** وصف للفلز أو المعدن إذا كان قابلا للترقق والسحب دون أن ينكسر .
mantle	**وِشَاح** الجزء السميك الكثيف من الغلاف الصخرى أسفل القشرة الأرضية ويمتد إلى عمق ميل تحت سطح الأرض.
mantle rock	**صخر الوشاح** سطيحة من التربة المفككة أو صخر يغطى الأساس الصخرى.
marble	**رخام** صخر كربوناتى متبلور، وكان قبل تحوله حجرا جيريا أو دولوميت.

marine	**بحرى** ينتمي إلى البحر، أو من البحر.
massive	**كُتَلى (مُصْمت)** هيئة المعدن الذي يفتقد إلى الشكل البلوري.
mass movement	**حركة الكتلة** حركة سطحية لمواد الأرض تنشأ أساسا بفعل الجاذبية.
mass wasting	**دمار الكتلة** انظر : حركة الكتلة ***mass movement*** .
matrix	**أرضية (وسط)** المادة التى ينطمر فيها معدن معين، وأيضا الصخر الذى يلتصق به أحد أطراف بلورة ما.
meanders	**منعطفات نهرية** سلسلة من المنحنيات العريضة الفصية الشكل فى مجرى نهر متطور.
mechanical weathering	**تجوية ميكانيكية** انظر : تفكك ***disintegration*** .
medical moraine	**ركام مثلجى متوسط** جسم من الحريث الصخرى شبيه بحيد مستطيل يتكون من اتصال ركامين مثلجين جانبيين.
megafossils	**حفريات كبيرة** انظر : حفريات كبيرة ***macrofossils*** .
meso	**متوسط** بادئة تعنى وسط ***middle*** .
mesozoic era	**حقب الحياة المتوسطة (الميزوزوى)** يتكون من أدوار الترياسى والجوارسى والطباشيرى.
metamorphic rock	**صخر متحول** صخر نشأ عن صخور نارية أو رسوبية تعرضت لتغيرات هائلة من الضغط ودرجة الحرارة والبيئة الكيميائية.

metamorphism	**تحول** تغير شامل للصخور والمعادن.
meteors	**شهب** أجسام تشبه الصخور وتسبح فى الفضاء وتشتعل إذا دخلت الغلاف الجوى الأرضى.
meteoric water	**ماء جوِّى** المياه الأرضية الآتية أساسا من سقوط المطر.
meteorology	**علم الأرصاد الجوية** العلم الذى يختص بالغلاف الجوى والتغيرات التى تعتريه.
mica	**ميكا** مجموعة من معادن السليكات الموجودة فى الصخور.
microfossils	**حفريات دقيقة** حفريات ميكروسكوبية الحجم.
milky way	**الطريق اللبنى** المجرة التى توجد بها الأرض.
mineral	**معدن** مادة غير عضوية تكونت فى الطبيعة ولها صفات فيزيقية وكيميائية محددة.
mineralogy	**علم المعادن** العلم الذى يختص بدراسة المعادن ويشمل وجودها وتركيبها وأشكالها وخواصها وبنياتها.
micoence	**ميوسين** الدور الرابع من الزمن الثالث ***Tertiary*** فى حقب الحياة الحديثة، واستمر لمدة ١٤ مليون سنة تقريبا.
mississipian	**المسيسبانى** مصطلح يستخدم فى أمريكا يكافئ الكربونى السفلى فى أوروبا.

mohorovicic discontinuity	**انقطاع موروفيتشيك** نطاق التماس بين القشرة الصخرية للأرض والوشاح، ويعرف أيضا باسم موهو ***Moho***.
mohs scale	**مقياس موهس** مقياس لتعيين الصلابة النسبية للمعادن.
monadnock	**موناندوك** تل منعزل تخلّف كأثر بعد عملية التحات فوق سطح سهل ما.
monotremes	**أحادى المسلك** ثدييات أولية تضع البيض، وتوجد الآن فقط فى أستراليا مثل حيوان منقار البطة ***platypus***
moon	**قمر** جزم سماوي يدور حول كوكب.
moraine	**ركام مثلجى** تراكم من المواد الصخرية تحمله المثالج وترسبه.
morphology	**مورفولوجيا** علم دراسة البنية أو الشكل
mountain	**جبل** أى جزء من الأرض يرتفع بشكل ملحوظ عن الأراضى المجاورة له، وفى العادة تكون له جوانب منحدرة وله قمة مدببة صغيرة المساحة نسبيا.
mountain glacier	**مثلجة جبلية** انظر : مثلجة ألبية ***Alpine glacier*** .
mudflow	**انسياب طمبى** حركة كتلة كبيرة من الطين والصخر والماء إلى أسفل وادى أو مجرى نهر ما.
mud volcano	**بركان وحلى** ينابيع فقاعية يخرج منها الوحل وغالبا يكون لونه زاهياً.

multicellular	عديد الخلايا يتكون من أكثر من خلية واحدة.
mutation	طفرة تغير موروث ينتقل نتيجة لتغيرات فى كروموسومات أو جينات الخلية الناقلة للوراثة.

-N-	
natural selection	انتخاب طبيعى بقاء الكائنات الحية بسبب قدرتها على التكيف مع الظروف المحيطة بها وكذلك ظروف التغيرات البيئية.
Nnebula	سديم كتلة غازية ضبابية من الغازات أو الغبار توجد فى الفضاء.
Névé	نِيف ثلج وجليد حبيبى يصبح فيها بعد جليدا متثلجا.
nodule	عُقَيدة قطعة مستديرة من الصخر أو المعدن.
nonconformity	لا توافق انظر : لا توافق *diconformity*.
Normal fault	صدع عادى صدع تحرك فيه الحائط المعلق إلى أسفل بالنسبة إلى الحائط السفلى، ويعرف أيضا باسم صدع الجاذبية.
-O-	
oblate	منبعج شكل مفلطح عند القطبين.
obsidian	أبسيديان صخر بركانى زجاجى.

ocean basins	**أحواض المحيطات** تشمل أحواض المحيطات الجزء الأكبر من الغلاف المائى وتغطى أكثر من ٧١ ٪ من سطح الأرض.
oceanography	**علم المحيطات** علم دراسة البحار وخصائصها.
octa	**ثمانى** بادئة معناها ثمانية *eight* .
offshore bar	**قضيب بحرى** قضيب رملى يوازى خط الساحل تقريبا.
oil shale	**طَفْلة زيت** طفلة عضوية إلى حد كبير، ومن الممكن استخلاص النفط منها.
oligocene	**أوليجوسين** قسم من الزمن الجيولوجى وهو دور فى حقب الحياة الحديثة يقدر أنه استغرق الفترة ما بين ٤٠ مليون سنة و٢٨ مليون سنة مضت.
ontogeny	**تطور الفرد** تاريخ حياة أو تطور كائن حى منفرد.
opaque	**معتم** صفة لأى جسم لا ينفذ الضوء من خلاله.
Operculum	**غِطَاء** غطاء أو زائدة لغلق فتحات بعض الأصداف.
Ordovician	**أردوفيشى** ثانى أدوار حقب الحياة القديمة.
ore	**خام** راسب معدنى فلزى.
organ	**عضو** جزء من نبات أو حيوان يؤدى وظيفته كوحدة، ومثال ذلك القلب والمعدة وغيرهما.

organic	**عضوى** وصف لما يتصل بالكائنات أو يستمد منها.
organism	**كائن حَيّ – مُتَعَضّ** أي كائن حي.
orogeny	**أوروجينية** عملية أدت إلى نشوء الجبال وتطور بنياتها.
outcrop	**مُنْكَشَف = مَكْشَف** مكان تظهر عنده الطبقات على السطح.
outwash plain	**سهل مكتسحات** سهل عريض يتكون من رواسب توضعت من أنهار من المثالج المنصهرة.
ox-bow lake	**بحيرة قوسية** بحيرة هلالية الشكل تكونت نتيجة لانعزال منعطف عن الجزء الرئيسي من النهر.
oxidation	**تأكسد** اتحاد الأكسجين كيميائيا مع مواد أخرى.
-P-	
pahoehoe	**لابة حبلية** نوع من اللابة المتصلبة يتميز بسطح ناعم حبلي الشكل.
palaeocene	**باليوسين** أول أدوار الزمن الثالث من حقب الحياة الحديثة.
palaeoecology	**إيكولوجيا قديمة** عام يدرس العلاقة بين الأحياء القديمة وبيئاتها.
palaeogeography	**جغرافيا قديمة** علم يدرس الجغرافيا القديمة لسطح الأرض.
palaeontology	**بالينتولوجيا = علم الحفريات.** العلم الذي يختص بدراسة الحفريات.

Palaeozoic	**الباليوزوى (حقب الحياة القديمة).** الحقب الذى يضم أدوار الكمبرى والأردوفيشى والسيلورى والديفونى والكربونى والبرمى.
peat	**خُثّ** مواد نباتية لونها بنى أدكن متحللة جزئيا ومتراكمة، وهى تمثل أول مراحل تكون الفحم.
pegmatite	**بيجماتيت** صخر نارى متدخل غليظ التحبب، يوجد عادة على هيئة عدسات أو جُدَد.
pelecypods	**محاريات** لا فقاريات مائية ثنائية المصراع، تتبع طائفة المحاريات ***pelecypoda*** التى تتبع شعبة الرخويات ***mollusca*** .
peneplain (peneplane)	**سهل (سهب)** منطقة منخفضة الارتفاع متسعة نتجت عن عمليات التحات المستمرة.
periodite	**بيريدوتيت** صخر نارى قاعدى غليظ التحبب يتكون أساسا من معادن الأوليفين والبيروكسين.
period	**دور** قسم من الزمن الجيولوجى يلى الحقب ***era*** ويسبق العصر ***epoch***.
permeable	**منفِّذ (نفّاذ)** جسم له القدرة على إمرار الموائع.
permian	**برمِى** أخر أدوار حقب الحياة القديمة.
Permineralization	**تمعدن** إضافة مواد معدنية إلى الأصداف الأصلية عن طريق الترسيب فى الفراغات البينية، وذلك غير الإحلال محل المواد الأصلية للأصداف.

petrography	بتروجرافيا علم وصف الصخور.
petrographical microscope	ميكروسكوب (مِجْهَر) بترولوجى ميكروسكوب لدراسة القطاعات الرقيقة للصخور.
petroleum	نفط (بترول) خليط معقد من الهدروكربونات يوجد فى صخور القشرة الأرضية.
petrology	بترولوجيا (علم الصخور) دراسة التاريخ الطبيعى للصخور بكل الطرق الممكنة.
phenocrysts	بلورة بارزة (كبيرة) بلورة كبيرة بالمقارنة بالبلورات التى تحيط به.
phosphatic	فوسفاتى وصف لما يحتوى على معادن الفوسفات أو يخصها.
phylogeny	تاريخ تطور السلالة التاريخ السلالى لمجموعة من الأحياء.
phylum	شعبة أحد الأقسام الأولية فى عالمى النبات والحيوان.
physical geology	جيولوجيا فيزيقية علم دراسة مواد الأرض وتركيبها وتوزيعها والقوى التى سببتها.
physical weathering	تجوية فيزيقية عملية تكسير وتفكك الصخور بطرق فيزيقية؛ وتعرف أيضا باسم التجوية الميكانيكية أو التفكك.
physiography	فيزيوجرافيا وصف الظواهر الطبيعية الموجودة على سطح الأرض.
piedmont glacier	مثلجة قدم الجبل مثلجة تكون نتيجة اتحاد (تجمع) عدة مثالج ألبية عند أقدام الجبال التى تنشأ منها المثالج الألبية.

pitch	**ميل الطية** الزاوية المحصورة بين محور طية والمستوى الأفقي.
plagioclase	**بلاجيو كليز** خليط من الفلسبارات يحتوى الصوديوم والكالسيوم ويوجد فى كل الصخور النارية الحامضية والقاعدية.
plain	**سهل** منطقة ذات ارتفاع منخفض تسفلها طبقات أفقية.
planet	**الكوكب** أكبر الأجسام الصلبة فى النظام الشمسى : عطارد – المشترة – زحل – أورانوس – نبتيون – يلوتو – (ثبت أخيرا أن بلوتـو لا يعد كوكبا لأمور علمية كثيرة.
plate tectonics	**تكتونية الألواح** نظرية تقول بأن سطح الأرض مقسم إلى ألواح كبيرة تتحـرك بالنسبة لبعضها البعض.
plateau	**هضبة** مرتفع قمته مسطحة نسبيا وتحتها طبقات أفقية أساسا.
plateau, basalts	**هضاب بازلتية** فرشات أو شراشف ضخمة من البازلت نبطـت مـن شـقوق القشرة الأرضية؛ وتـسمى أيـضا هـضاب اللابـة أو فيـضان البازلت.
playa	**بَلايا** الأرضـيات الجافـة للبحـيرات المؤقتـة الموجـودة فى المنـاطق الصحراوية.
pleistocene	**بليستوسين** أول أدوار الزمن الرابع فى حقب الحياة الحديثة وهو يـلى دور البليوسين.
pliocene	**بليوسين** آخر أدوار الزمن الثالث فى حقب الحياة الحديثة، وهو يلى دور الميوسين، واستمر هذا الدور تقريبا ١٣ مليون سنة.

pluton	**بلوتون** جسم صخر ناري تصلب من الصهارة فى الأعماق.
plutonic rock	**صخر جوفى (بلوتونى)** انظر: صخر متدخل ***intrusive*** .
polygonal	**عديد الزوايا** جسم له أكثر من أربع زوايا.
porcellaneous	**بورسيلينى** وصف لما يشبه الخزف (البورسيلين).
porosity	**مسامية** النسبة المئوية للمسام المجودة فى صخر ماء، والتى يمكن لها الاحتفاظ بالموائع في داخلها.
porous	**مسامى** صفة للجسم الذي يحتوي على مسام أو فراغات بداخله.
porphyry	**فرفيرى (بورفيرى)** صخر نارى يحتوى على بلورات كبيرة توجد فى وسط دقيق التحبب.
posterior	**مؤخرة** جهة الخلف من كائن حي ما.
pothole	**حفرة قِدْرية** حفرة دائرية في صخور مجري نهر ماء وشكلها يشبه القدر.
pre-cambrian	**ما قبل الكمبرى** أقدم أحقاب الزمن الجيولوجى، وهو أقدم من حقب الحياة القديمة، ويقسم إلى الأركيوزوى والبروتيروزوى.
protista	**بروتستا** شعبة تضم أبسط أنواع الكائنات الحية حقيقية النوى ولها صفات مختلطة من النباتات والحيوانات؛ مثال ذلك البكتيريا والطحالب والراديولاريا (الشعاعيات).
pseudofossils	**حفريات زائفة** أجسام غيرعضوية تشبه الشجيريات ***dendrits*** والدرنات الصخرية ***concretion*** .

pseudomorph	**شكل خادع** معدن يتخذ شكل معدن آخر حل مكانه.
pseudopodium	**قدم كاذبة** امتداد مؤقت للبروتوبلازم فى أنواع معينة من الكائنات وحيدة الخلية، وهو عضو حركة وتغذية.
pyrite	**بيريت** معدن صلب لونه نحاسى أصفر يتكون من كبريتيد الحديد FeS_2؛ ويسمى الذهب الخادع.
pyroclastic	**فتاتى بركانى** كسرة من الصخور تكونت من الكسارات الصخرية التى قذفتها البراكين؛ مثل القنابل البركانية والرماد البركانى.
-Q-	
quartz	**كوارتز** معدن تركيبه ثانى أكسيد السيلكون (SiO_2)وهو من المعادن الشائعة فى أنواع الصخور المختلفة.
quartzite	**كوارتزيت** صخر متحول عن الحجر الرملى.
quaternary	**الدور الرابع** أحدث فترة فى حقب الحياة الحديثة، وهو يلى الدور الثالث.
- R -	
radial symmetry	**تماثل شعاعى** انظر : تماثل ***symmetry*** .
radioactivity	**نشاط إشعاعى** اضمحلال تلقائى لنواة ذرية يصاحبه انطلاق طاقة.
recapitulation law	**قانون الإعادة** انظر : القانون الحيوى ***biogenetic law*** .

recessional moraine	**ركام منحسر** حيد من الحريث تكون من انحسار المثالج.
recrystallization	**إعادة تبلور** نمو بلورات صغيرة لتصبح أكبر حجما تحت ظروف مناسبة.
recumbent fold	**طية مضطجعة** طية محور الطي فيها أفقي تقريبا.
red beds	**طبقات حمراء** صخور رسوبية حمراء اللون.
reef	**شِعْب** مرتفع أو حيد على قاع البحر يصل إلى السطح غالبا، ويتكون أساسا من مواد عضوية خلفتها كائنات حية مثل المراجين وغيرها.
relief	**تضاريس** عدم انتظام سطح الأرض؛ الفرق فى الارتفاع بين أعلى نقطة فى المنطقة وأكثر نقطة انخفاض فى المنطقة.
replacement	**إحلال** نمط من التحفر، تُزَال فيه أجزاء عضوية صُلْبة من الحفرية بواسطة المحاليل، وفى الوقت نفسه يتم ترسيب مواد أخرى فى الفراغات التى نتجت عن الإزالة، وتسمى هذه العملية بالتمعدن.
reverse fault	**صدع معكوس** انظر : صدع دسر *thrust fault* .
revolution	**ثَوْرة** حركة هائلة بانية للجبال فى التاريخ الجيولوجى، ومثالها الثورة الألبية.
rhaetic	**رائيتى** عصر فى حقب الحياة المتوسطة بين الدورين الترياسى والجوراسى.

rhyolite	**ريوليت** صخر بركانى دقيق التحبب أو من النوع المتدخل الضحل وله مثل تركيب الجرانيت تقريبا.
rift valley	**وادى أخدود** انظر : أخدود *graben* .
ripple marks	**علامات النيم** تعرجات موجية الشكل على أسطح المواد غير المتماسكة، وتنتج من الرياح أو المياه.
rock	**صخر** كتلة من مواد معدنية تتكون فى الطبيعة وتكون جزءا أساسيا من القشرة الأرضية.
rock forming minerals	**معادن مكونة للصخور** المعادن الشائعة التى تكوّن نسبة عالية فى تركيب صخور الغلاف الصخرى.
rock glacier	**مثلجة صخرية** ركام صخرى على هيئة لسان يتحرك ببطء بطريقة المثلجة.
rock salt	**ملح صخرى** معدن الهاليت أو الملح العادي وتركيبه الكيميائى NaC_1 .
rockslide	**انزلاق صخرى** الحركة السريعة نسبيا للمواد الصخرية المفككة حديثا وتكون الحركة إلى أسفل على طول نطاقات انفصال المواد الصخرية.
rock unit	**وحدة صخرية** تقسيم صخرى مبنى على أساس الصفات الفيزيقية والليثولوجية المحدة، ولا يعتمد التقسيم على أساس الزمن الجيولوجي؛ سواء كانت مجموعات أو تكاوين أو أعضاء.
Rossi-Forel Scale	**مقياس روسّى – فوريل** مقياس يستخدم للدلالة على شدة الزلزال.
run-off	**ماء جارٍ** الماء الذى ينطلق على سطح الأرض.

-S-	
salt plug	**سِدادة ملح** أجسام من الملح (أو الجبس) أنبوبية الشكل رأسية تتكون من السريان الرأسى للملح الواقع تحت ضغط، وقد اندفع الملح خلال الرواسب المحيطة به لكى يصل إلى وضعه الحالى.
sand	**رمل** حبيبات معدنية، تركيبها المعدنى الكوارتز عادة ويتردد حجم الحبيبة منها بين ٢ مليمتر ، ١/١٦ مليمتر.
sand dune	**كثيب رملى** حيد أو تل من الرمل ترسب بواسطة الرياح.
sandstone	**حجر رملى** صخر رسوبى يتكون من الرمل المتماسك.
satellite	**تابع سماوى** انظر : قمر ***moon*** .
schist	**شيست** صخر متحول يحتوى على وفرة من معادن مرتبة على هيئة ألواح، وينفصل الصخر بسهولة فى اتجاهات موازية للأسطح المرتبة فى هيئة الألواح.
seafloor spreading	**انتشار قاع البحر** ظاهرة تنتج من استحداث مواد عند حيد وسط المحيط وتنتشر هذه المواد بعيدا عن الحيود فتؤدى إلى انفصال القارات وزحزحتها.
sediment	**راسب** مواد تترسب نتيجة للتوضع من وسط ناقل مثل الماء أو الهواء.
sedimentary rock	**صخر رسوبى** صخر يتكون نتيجة تصلب الرواسب.
sedimentation	**ترسيب** عملية ترسيب جسيمات الصخر (الرواسب) التى تؤدى إلى تكوين الصخور الرسوبية.

seismogram	**سيزموجرام** سجل زلزالى يسجله جهاز السيزموجراف لأثر حدوث زلزال.
seismograph	**سيزموجراف** جهاز يستخدم في تسجيل الهزات الأرضية.
seismology	**علم الزلزال** الدراسة العلمية للزلازل والهزات الأرضية الأخرى.
shale	**طَفْلة** صخر رسوبى يتكون من رقائق من الطين المتصلب والصلصال والغرين.
shield	**دِرْع** منطقة مترامية من صخور ما قبل الكمبري المنكشفة.
shield cone	**مخروط درعى** انظر : بركان درعى ***shield volcano*** .
shield volcano	**بركان درعى** بركان يتكون من اللابة بصفة مطلقة، ويعرف أيضا باسم مخروط درعى أو قبة اللابة أو درع بركاني.
silica	**سليكا** ثاني أكسيد السليكون (SiO_2)
siliceous	**سيليسى** وصف لما يحتوي على السليكا أو ينتمي إليها.
silification	**سيلسة** عملية الاتحاد مع السليكا أو الاختلاط بها.
silicified	**مُتَسَيْلِس** وصف لِما يحتوى على كميات كبيرة من الكوارتز أو السليكا، أو حدثت له عملية إحلال بالسليكا.
sill	**سد أفقى** صهارة متصلبة تدخلت بين طبقات الصخور الرسوبية.

silt	**غَرْين** راسب طينى دقيق التحبب يتكون من جسيمات حجم الحبيبة منها ١٦ /١ إلى ٢٥٦/١ مم.
Silurian	**سيلورى** ثالث أقدم أدوار حقب الحياة القديمة وهو أقدم من الديفونى وأحدث من الأردوفيشى.
sink	**بالوعة** انظر : فجوة بالوعية *sink – hole*.
sink-hole	**فجوة بالوعية** منخفضص على سطح الأرض ينشأ عن ظاهرة الانهيار الناتج عن ذوبان الصخور السفلية؛ ويعرف أيضا باسم " بالوعة " *sink*.
slate	**أَرْدواز** صخر متحول دقيق التحبب شديد الدموج، ينفصل بسهولة إلى رقائق وهو ناتج عن تحول الطَفْلة.
slickensides	**مصاقل** أسطح صخرية مصقولة تتكون من انزلاق كتلتين صخريتين الواحدة على الأخرى بفعل عمليات التصدع.
slump	**تَدهْور** انزلاق صغير نسبيا يحدث فى كتل الصخور أو التربة ويكون اتجاهه إلى أسفل.
smelting	**تنقية بالصهر** عملية يتم فيها اختزال الخام المعدنى إلى فلز.
snow line	**خط الثلج** المستوى الذي يوجد الثلج أعلاه طول العام.
soil	**تربة** صخر متكسر ومتحلل به مواد عضوية مضمحلة.
solar system	**نظام الشمسى** الشمس والأجرام السماوية التى تدور حولها.

solifuction	**انثيال التربة** حركة بطيئة لكتلة من التربة، وهى خاصية مميزة للمناطق القطبية الشمالية والشبيهة بالقطبية.
solitary	**منفرد** وصف لكائن حي ليس فردا فى مستعمرة، بل يعيش بمفرده.
species	**نوع** أحد الأقسام الصغيرة الطبيعية فى التصنيفات الحيوية.
specific gravity	**وزن نوعى** وزن المادة مقسوما على وزن حجم مساو لها من الماء، وتسمى أيضا الكثافة النسبية، ودرجة الحرارة القياسية المستعملة لقياس الوزن النوعى هى درجات مئوية.
specific name	**اسم نوعى** الاسم الذى يطلق على النوع ***species*** . ويكون هو الاسم الثانى الذى تسمى به الحفرية مثل ***sapiens*** فى ***Homo sapiens***.
spheroidal	**كُرَوانى** شبيه بشكل الكرة (كرة مشوهة).
spit	**قضيب رفيع (لسان)** قضيب رملى يشبه الإصبع ويمتد فى المياه خارجا من الشاطئ.
spring	**ينبوع** مكان يصل فيه الماء الأرضى إلى السطح خلال فتحات طبيعية.
stack, sea	**قائم بحرى** عمود صخرى منعزل، وجوانبه شديدة الانحدار نتيجة لنحات الأمواج لخط الشاطئ.
stalactite	**ستلاكتيت (هابط)** راسب يتدلى من أسقف الكهوف ويتكون نتيجة لتبخر المحاليل فتبدو كدلايات من السقف.

stalagmite	**ستالاجمايت** راسب يتكون نتيجة لتبخر المحاليل على أرضيات الكهوف فيبدو كأنه صاعد من الأرضية.
star	**نجم** كتلة هائلة من الغازات المتوهجة الملتهبة فى السماء، مثل الشمس.
stock	**ستوك** جسم من الصخور النارية، بيضى الشكل أو دائرى يزداد حجمه مع زيادة العمق، وأرضيته غير معلومة ومساحة سطحة المنكشفة أقل من الميل المربع.
stoping	**اجتياح** إحدى العمليات التى يتم بواسطتها تدخل الصخور النارية فى صخر إقليمى، حيث تتحرك الصهارة إلى أعلى وتتكسر أجزاء من الصخر الإقليمى وتسقط فى الصهارة حيث تندمج مع الكتلة المنصهرة.
Stratification	**طباقية** وجود الصخور فى شكل طبقات فى الصخور الرسوبية.
Stratigraphy	**إستراتجرافيا** فرع من الجيولوجيا يختص بتعرف وتفسير الصخور وبخاصة ليثولوجيتها، وتتابعها وتوزيعها وكذلك مضاهاتها.
stratovolcano	**بركان طباقى** انظر : مخروط مركب *Composite cone* .
stratum	**طبقة** طبقة مفردة أو سطحية من الصخور الرسوبية.
striation	**تحزز** خطوط دقيقة متوازية بينها مسافات ضيقة للغاية.
structural geology	**جيولوجيا بنائية** فرع من الجيولوجيا يختص بدراسة بنيات الأرض (الصخور وعلاقتها بعضها ببعض).

Structure	**بِنْية** ظاهرة فيزيقية للصخور، مثل التمفصل والتطبق والطى والتشقق وغيرها.
subglacial stream	**نهر تحت جليدى** نهر يسرى فى نفق تحت مثلجة.
sublimation	**تسامى** عملية تتغير فيها المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية مباشرة دون المرور بالحالة السائلة، ثم ترجع مرة أخرى إلى الحالة الصلبة دون المرور بالحالة السائلة.
subsidence	**هبوط** هبوط القشرة الأرضية إلى أسفل.
Sun	**الشمس** أحد نجوم المجرة ويبلغ قطرها ٨٦٥ ألف ميل . وتعد الشمس مركز النظام الشمسى الذى يضم كوكب الأرض والكواكب الأخرى التى تكون المجموعة الشمسية.
superposition law	**قانون تعاقب الطبقات** قانون ينص على أنه فى أى تتابع صخرى لم يتعرض للاضطراب، تكون الطبقات الأحدث فوق الطبقات الأقدم منها.
suspension	**مُعَلّق** الحالة التى تكون فيها حمولة النهر مُعَلَّقة فى الماء، بين القاع والسطح.
symmetrical fold	**طية متماثلة** طية يكون المستوى المحورى فيها رأسيا، ويكون الميل فى كل طرف من طرفى الطية متساويا.
symmetry of fold	**تماثل طية** التكرار المعكوس لأجزاء الطية بالنسبة لمحورها.
syncline	**طية مقعرة (قَعِيرَة)** طية مقعرة لأسفل فى الصخور الطباقية.

system	**نظام** فى الاستراتجرافيا: الصخور التى تكونت خلال فترة معينة، وفى الاصطلاح الزمنى الاستراتجرافى : الثانى فى المرتبة فوق النسق *series* وفى علم المعادن : أحد سبعة أقسام تنقسم إليها البلورات على أساس التماثل.
-T-	
tabular	**نَضُدِىّ** جسم له سطح كبير مسطح ورقيق نسبيا.
talus	**كعب (تالوس)** كتلة من الرخام الصخرتتجمع عند سافلة تل شديد الانحدار أو جراف.
tarn	**بحيرة جبلية** بحيرة جبلية صغيرة تكونت فى دائرة بعد إزالة جليد المثلجة.
tarnish	**فقدان اللمعان** تغير فى درجة لمعان السطح فى المعادن الفلزية.
taxonomy	**تصنيف** فرع من العلم يختص بالتقسيم، وبخاصة فى النبات والحيوان.
tectonic earthquake	**زلزال تكتونى** زلزال ينشأ من حركة قشرية تكتونية مثل التصدع.
tectonic movement	**حركة تكتونية** حركة تنشأ من تحرف القشرة الأرضية.
tenacity	**تماسك** مقاومة المعادن ضد الكسر، وتوصف المعادن بأنها إما أن تكون قابلة للطرق، أو قابلة للسحب، أو قابلة للقطع، أو قصيفة.
terminal moraine	**رُكَامٌ طرفى** ركام يتكون عند أبعد نقطة تصل إليها المثلجة، يعرف أيضا باسم نهاية الركام.

Tertiary	**الزمن الثالث** أقدم مدة زمنية فى حقب الحياة الحديثة وهو أقدم من الزمن الرابع.
test	**صدفة** الجزء الواقى فى بعض الحيوانات اللافقارية.
thrust fault	**صدع دسر** صدع يكون فيه الحائط المعلق قد تحرك إلى أعلى بالنسبة للحائط السفلى، ويعرف أيضا بالصدع المعكوس.
till	**حريث** راسب مثلجى، غير متطبق وغير متماسك.
tillite	**حريث متصلب** راسب مثلجى متطبق ومتماسك.
time-unit	**وحدة زمنية** جزء من الزمن الجيولوجى المستمر، مثال ذلك الأحقاب والأدوار والعصور والأعمار والأحيان.
time-stratigraphic unit	**وحدة زمنية استراتجرافية** مصطلح يطلق على الوحدات الصخرية التى لها حدود محددة بزمن جيولوجى؛ طبقات ترسبت خلال أجزاء من الزمن الجيولوجى، مثل ذلك التجمعات ***erathem***، والنظم ***systems***، والأنساق ***series***، والطوابق ***stages***.
tombolo	**تومبولو** شريط من الأرض ترسب ليصل جزيرة صغيرة بالبر، أو بجزيرة أخرى.
topography	**طوبوغرفية** الملامح الفيزيقية الموجودة على سطح الأرض وتوزيعها وأشكالها.
Transform fault	**صدوع محولة** الصدوع التى يتمزق بها أحد الألواح التكتونية على امتداد الآخر.

transportation	**نقل** العملية التى تُحمَل فيها المواد الصخرية وتنقل من مكان لآخر.
trap-rock	**صخر مصيدة** مصطلح عام يطلق على أنواع معينة من الصخور النارية الدكناء مثل الديابيز والبازلت. ويسمى مثل هذا النوع من الصخور مصيدة.
travertine	**ترافرتين** ضرب من كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ يترسب من المياه الأرضية أو السطحية. وتتكون بعض التكاوين التحت أرضية مثلا الإستلاكتيت والإستلاجميت من الترافتين، وتوجد مثل هذه الرواسب أيضا حول مخارج بعض الينابيع المائية، ويعرف الترافرتين أيضا باسم الطوفا ***tufa*** .
trenches	**خنادق** مخاسف عميقة فى أرضية المحيط شكلها مثل حرف ***V*** ،حيث يغوص أحد الألواح التكتونية تحت لوح آخر.
triassic	**ترياسى** أقدم أدوار حقب الحياة المتوسطة، وهو يأتى بعد الدور البرمى، آخر أدوار حقب الحياة القديمة ويسبق الدور الجوراسى فى حقب الحياة المتوسطة.
tsunami	**تسونامى** موجة بحرية سيزمية عملاقة تنشأ من زلزال تحت بحرى أو أية اضطرابات على أرضية البحر، وتسمى أيضا موجة المد ***tidal wave***.
tufa	**توفا (طوفا)** رواسب جيرية مسامية تتجمع حول الينابيع، وتسمى التوفا الجيرية أحيانا باسم الترافرتين.
turbidity currents	**تيارات تعكير** تيارات قوية تنتج من انزلاق الطين إلى أسفل المنحدرات القارية فى المحيط.

type locality	**منطقة طرازية** الموقع الجغرافى الذى وصف منه التكوين لأول مرة، أو الـذى أتت منه العينة الطرازية لنـوع حفـرى مـا، ويـستمد التكـوين اسمه من الاسم الجغرافى لهذا الموقع.
	-U-
unconformity	**لا توافق** انقطاع فى الترسـيب نتيجـة لعمليـات التحـات، أى مكـان فى القشرة الأرضية حدثت فيه عمليات تحات للأساس الصخرى وترسبت فوقه صخور رسوبية أحدث، ومن أنواع اللاتوافق :
angular unconformity	**لا توافق زاوى** نوع من أنواع عـدم التوافـق حيـث حـدث تحـرف للطبقـات الموجودة تحت طبقات اللاتوافق وذلك قبل ترسيب الطبقـات التى تعلوها.
nonconformity	**لا توافق غير متجانس** نوع من اللاتوافق يتكون من ترسـيب صـخور رسـوبية فـوق صخور من أصل نارى.
para conformity	**شبه توافق** نوع من اللاتوافق يتميز بـ سطح التماس بين الطبقات المتوازية يكون مستويا.
underground water	**مياه تحت أرضية** انظر : مياه أرضية ***ground water*** .
unicellular	**وحيد الخلية** كائن حى يتكون من خلية واحدة.
uniformitaria nism	**الإطرادية (نظرية الوتيرة الواحدة)** المبدأ القائل بأن الحاضر هو مفتاح الماضى، ويفـسر ذلـك بـأن أفضل طريقة لاستنتاج الماضى الجيولوجى هى تفهـم الحـاضر الجيولوجى.
unstratified rocks	**صخور غير متطبقة** صخور ليست متطبقة وليست على هيئة سطائح.

-V-	
valley, glacier	**وادٍ مثلجي** انظر : مثلجة ألبية ***Alpine glacier*** .
valley, train	**وادى متسلسل** سهل فيضان ذو انحدار لطيف يتكون من رواسب توضعت من المياه التى تنساب من تقذف من البركان خلال ثورانه عند قدم الوادي المثلجي.
vesicular rock	**صخر فقاعى** صخر يتميز بوجود فراغات عديدة صغيرة تنشأ نتيجة لتمددات الغازات.
vestigial structure	**بنية لا وظيفية** بنية تقلص حجمها وأصبحت بلا وظيفة لها خلال التغير التطورى.
vitreous	**زجاجى** صفة لما ينسب إلى الزجاج.
volcanic ash	**رماد بركانى** الجسيمات الصخرية الدقيقة التى تنتشر خلال ثوران البركان.
volcanic block	**كتلة بركانية** كسرة صخرية صلبة حادة الزوايا.
volcanic bomb	**قنبلة بركانية** كتلة من الصهارة التى بردت ولها شكل يشبه الدموع تقذف أثناء ثوران البركان.
volcanic glass	**زجاج بركانى** صخر عديم التبلور تكون نتيجة التبريد السريع للافا.
volcanic neck	**عنق بركانى** مواد صخرية متصلبة تكونت عن برودة الصهير وتصلبه فى القصبة المركزية للبركان.

volcanic shield	**دِرْع بركاني** انظر : بُركان درعي *shield volcano* .
volcanism	**بَرْكَنة** التأثيرات التى تحدثها الصخور المنصهرة والبراكين أو النشاط البركاني.
volcano	**بركان** فتحة فى صخور القشرة الأرضية تخرج منها المواد البركانية، كذلك يطلق هذا الاسم على شكل الأرض المتكون نتيجة لتراكم المواد البركانية حول قصبة البركان.
volcanoes, andesitic	**براكين أنديزيتية** براكين متفجرة توجد على الجوانب القارية للخنادق *trenches* بصفة أساسية، وتتكون من الماء والمواد المتطايرة التي تتفجر من البراكين نتيجة للتغيرات التى تعتريها عند الأطراف الهابطة من القشرة المحيطة.
volcanoes, basaltic	**براكين بازلتية** براكين هادئة توجد بصفة أساسية على امتداد حيود وسط المحيط عن أماكن تيارات الحمل الصاعدة فى الوشاح الصخري.
volcanism	**بركنة** انظر : بركنة *volcanism* .
-W-	
water gap	**فجوة مائية** وادٍ أو ممر فى حيد جبلي ينساب فيه نهر.
water table	**منسوب الماء** السطح الذى تكون فيه فراغات الصخور الموجودة أسفله مشبعة بالماء.
weathering	**تجوية** التكسير والتفكك الفيزيقى والكيميائى للصخور تحت الظروف الجوية العادية.

wind gap	**فجوة ريحية** فجوة مائية هجرها النهر الذى كان يجرى فيها.
	-Z-
zoic	**زُوِّى** لاحقة معناها حياة (من أصل إغريقى ***life= Zoe***) .

المؤلف فى سطور:

بيتر وستبروك

يعمل أستاذا فى جامعة ليدن، وهو عضو الأكاديمية الملكية للعلوم فى هولندا، وكذلك أستاذ الدراسات الأوروبية فى الكلية الفرنسية. وأيضًا يعمل فى مجال الدراسات الجيوفسيولوجية.

المترجم فى سطور:

أ. د. حافظ شمس الدين عبد الوهاب

أستاذ الجيولوجيا فى كلية العلوم جامعة عين شمس، زميل جامعة بنسلفانيا وأمريكا، عضو مجمع اللغة العربية، وعضو المجمع العلمى المصرى، وعضو المجالس القومية المتخصصة، وعضو اتحاد كتاب مصر، وهو حائز على جائزة الدولة فى تبسيط العلوم.

تخرج فى كلية العلوم وحصل على درجة البكالوريوس فى الكيمياء والجيولوجيا بمرتبة الشرف، كذلك حصل على درجة الماجستير فى العلوم تخصص جيولوجيا، ودكتوراه الفلسفة فى جيولوجيا الصخور والمعادن، ودراسات عليا ودبلوم فى الجيولوجيا المتقدمة فى الكلية الملكية للعلوم والطب والتكنولوجيا - جامعة لندن - إنجلترا، ثم حصل على درجة الزمالة فى كلية دراسات البيئة - جامعة بنسلفانيا - الولايات المتحدة الأمريكية.

وقام بالتدقيق العلمى والمراجعة اللغوية من اللغة الفرنسية إلى اللغة العربية لخمسة أجزاء كبيرة من موسوعة وصف مصر التى ألّفها علماء الحملة الفرنسية ونشرتها الهيئة المصرية العامة للكتاب. وأيضًا قام (منفردًا) بترجمة مرجع عالمى فى علم الجيولوجيا أصدرته أكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا بمصر. وقام (منفردًا) بإعداد وصياغة معجم مصطلحات فى علم المعادن باللغات العربية والإنجليزية والفرنسية أصدره مركز تنسيق التعريب بالرباط التابع لجامعة الدول العربية، إضافة إلى أنه قام بتأليف وترجمة العديد من الكتب العلمية التى تختص بالجيولوجيا العامة وكذلك الكتب العلمية الموسوعية التى تختص بالبراكين والزلازل والتسونامي. وأيضًا تأليف الكتب الثقافية العامة عن موضوعات التفكير العلمى وصناعة المعرفة وواقع ومستقبل الشباب وتنمية القدرات والصناعات الإبداعية فى مصر، وكتب فى تحقيق وتوثيق التراث الثقافى المادى واللامادى فى مصر.

التصحيح اللغوى: محمـــود فتــحــى
الإشـراف الفنـى: حســـن كــامــل